A E R O C L U B U L R O M Â N I E I

MANUAL DE PREGĂTIRE TEORETICĂ PENTRU LICENŢA DE PILOT PRIVAT PPL(A)

PERFORMANȚE DE ZBOR ŞI PLANIFICAREA ZBORULUI

BUCUREŞTI 2011

Pagină lăsată goală

Lista de evidenţă a amendamentelor

Versiune amendament	Pagini afectate	Data introducerii in manual	Semnatura

Pagină lăsată goală

CUPRINS

1. Incarcare si centraj 7

1.1 Limite ale masei maxime 8

1.2 Limitele fata si spate ale centrului de greutate, operatiuni normale si utilitare 9

1.3 Calcularea masei si centrului de greutate-fisa de centraj 10

2. Performante 17

2.1 Decolarea 17

2.1.1 Distanta disponibila de rulaj la decolare –TORA 17

2.1.2 Decolarea si urcarea initiala 18

2.1.3 Efectul masei, vantului si altitudinii densimetrice 20

2.1.4 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de urcare 23

2.2 Aterizarea 25

2.2.1 Efectele masei, vantului altitudinii densimetrice si ale vitezei de apropiere 27

2.2.2 Utilizarea flapsurilor 31

2.2.3 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de coborare 34

2.3 Zborul 37

2.3.1 Relatia dintre puterea necesara si puterea disponibila 39

2.3.2 Diagrama de performante a aeronavei 40

2.3.3 Panta maxima si incidenta maxima 42

2.3.4 Distanta si durata maxima de zbor 44

2.3.5 Efectul configuratiei, masei, temperaturii si altitudinii 44

2.3.6 Scaderea performantelor pe timpul virajului in urcare 45

2.3.7 Planarea 47

2.3.8 Planificarea si executarea zborului in cazul schimbarii conditiilor de zbor. 54

2.3.9 Efecte adverse 60

2.3.10 Planificarea si efectuarea zborului fara instrumentele principale (de baza) 87

BIBLIOGRAFIE 97

Pagină lăsată goală

CAPITOLUL 1.

1. Incarcare si centraj

Greutatea este o forta orientata intotdeauna spre centrul Pamantului. Ea este direct proportionala cu masa aeronavei si depinde de incarcarea sa. Desi este distribuita asupra intregului aparat, ne putem imagina ca ea este colectata si actioneaza asupra unui singur punct, numit centrul de greutate. In zbor, desi aeronava se roteste in jurul centrului de greutate, orientarea greutatii ramane tot spre centrul pamantului. In timpul zborului greutatea scade constant datorita consumarii combustibilului din rezervoare. Distributia greutatii si centrul de greutate se pot si ele schimba, de aceea pilotul trebuie sa ajusteze constant comenzile pentru a tine avionul in echilibru.

La planoare, in timpul zborului centrul de greutate nu isi schimba pozitia deoarece zborul acestuia nu este determinat de consumul de carburant, ci depinde numai de obtinerea de inaltime prin exploatarea curentilor ascendenti, care apoi determina zborul pe o panta normala. In functie de caracterul zborului se vor determina performantele ce pot fi obtinute de pilotul planorist.

Despre existenta si unicitatea centrului de greutate, Arhimede a formulat conditiile de echilibru si implicit proprietatile centrului de greutate ale unui corp. Daca acest centru de greutate, asa cum a fost definit, este luat ca punct de sprijin, greutatile sunt repartizate in jurul sau dupa legea formulata de Arhimede.

Centrajul aeronavei

Greutatea unei aeronave se poate considera concentrata intr-un punct, numit centru de greutate *CG*, diferit, de obicei ca pozitie de centrul de presiune *CP* al aeronavei.

Pozitia centrului de greutate al aeronavei se indica in procente din coarda medie aerodinamica CMA, fata de bordul de atac al acesteia si se numeste generic *centraj* (valoare % CMA).

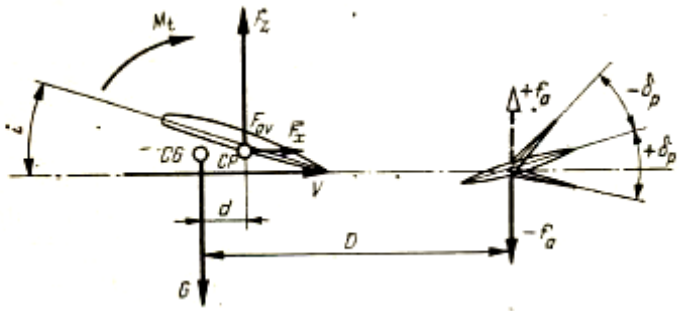


Fig 1.1.

Centrul de presiune se defineste ca fiind punctul de aplicatie al tuturor fortelor aerodinamice care actioneaza asupra aripii, prescurtat CP. Acest punct isi modifica pozitia odata cu modificarea unghiului de incidenta.

Avand in vedere faptul ca toate fortele care actioneaza asupra unei aeronave se vor concentra in cele 2 puncte, respectiv fortele de greutate in CG si fortele aerodinamice in CP, in functie de valoarea acestora asupra aeronavei vor lua nastere anumite momente , care trebuiesc echilibrate pentru ca zborul sa se desfasoare constant (in echilibru).

Acest echilibru se efectueaza cu ajutorul suprafetelor de comanda, respectiv cu ajutorul ampenajelor orizontale prin actionarea profundorului.

1.1 Limite ale masei maxime

Limitele maxime ale masei pentru fiecare aeronava sunt determinate de performantele si caracteristicile determinate de constructor si sunt precizate in manualele de zbor si intretinere.

Limite maxime pentru avioane

Astfel pentru avionul IAR 46S vom avea: limita maxima la decolare si aterizare 750 kg.

Pentru avionul Zlin 726 limita maxima la decolare in varianta acrobatie este de 940 kg, iar in varianta normal (utilitar) este de 1000 kg.

Limite maxime pentru planoare

Pentru planorul IS 28 B2, limitele masei maxime sunt determinate de greutatile maxime admise la decolare, respectiv:

- in dubla comanda = 590 Kgf
- in simpla comanda = 520 Kgf

iar greutatea maxim admisa in spatiul de bagaje (fara a depasi greutatea maxim admisa) este de 20 Kgf.

Greutatea planorului IS 28B2, gol este de 375 Kgf.

In situatia in care pilotul este prea usor se vor monta greutati de plumb pe podeaua postului de pilotaj fata, dupa cum urmeaza:

La planoarele pana la seria 45, pentru pilotii usori, (greutate intre 55-61 Kgf), se va pune lest o greutate de 6 Kgf.

Pentru planoarele cu seria de fabricatie peste 45 centrajul se asigura dupa cum urmeaza:

- 65-70 Kgf in postul principal 4 Kgf lest
- 60-65 Kgf in postul principal 8 Kgf lest
- 55-60 Kgf in postul principal 11.3 Kgf lest.

Pentru planorul IS 29 D2, limitele masei maxime sunt determinate de greutatile maxime admise la decolare, respectiv:

Greutatea maxim admisa in spatiul de bagaje (fara a depasi greutatea maxim admisa) este de 20 Kgf.

Greutatea planorului gol este 244 Kgf.

1.2 Limitele fata si spate ale centrului de greutate, operatiuni normale si utilitare

Limitele centrului de greutate la avion

In exploatare trebuie evitata depasirea centrajelor care, spre exemplu la avionul IAR 46S, sunt:

- centraj minim fata (limita fata) = 19,57 % CMA (242 mm) si
- centraj maxim spate (limita spate) = 30,47% CMA (377 mm).

Pentru avionul Zlin 726, limitele centrajului sunt:

- centraj minim fata (limita fata) = 17,5 % CMA si
- centraj maxim spate (limita spate) = 28,5% CMA.

Aceste valori ale centrajului sunt date pentru greutati de pana la 860 kgf. Pentru greutati peste 860 kgf, aceste limite se reduc ajungand la 23% CMA pentru o greutate de 1000 kgf.

Limitele centrului de greutate la planor

In planorism, datorita faptului ca vor zbura piloti mai grei sau mai usori, constatam ca centrul de greutate isi va schimba pozitia de la zbor la zbor, respectiv se va schimba in functie de greutatea fiecarui pilot. Astfel, daca se afla in zbor un pilot mai usor, centrul de greutate se muta in spate fata de bordul de atac al CMA.

Prin *centraj maxim spate admis* se intelege pozitia maxima spate a cetrului de greutate pe CMA, pozitie din care la comanda pilotului (mansa la pozitia maxim in fata), de bracare a profundorului maxim in jos, sa se obtina unghiul de incidenta corespunzator vitezei maxime de zbor.

Daca, in schimb avem un pilot cu o greutate mare, centrul de greutate se va muta mai in spre fata, deci va avea o pozitie mai apropiata de bordul de atac al CMA.

Prin *centraj minim fata admis* se intelege pozitia minima a centrului de greutate pe coarda medie aerodinamica, din care, la comanda pilotului (mansa maxim trasa) pentru a braca maxim in sus profundorul, sa se poata obtine coeficientul de portanta maxim, deci unghiul de incidenta critic.

Daca se depaseste centrajul maxim spate, aeronava nu va mai putea fi readusa pe panta normala de zbor de la o panta de urcare si se va angaja.

Daca se depaseste centrajul minim fata aeronava nu va mai putea fi redresata dupa un zbor in panta accentuata de coborare. Deci, o conditie de baza a limitelor de centraj admise este ca in cadrul acestor limite sa se asigure manevrabilitatea aeronavei.

Pentru a evita in exploatare depasirea centrajelor care, spre exemplu la planorul IS 28 B2 sunt:

- centraj minim fata = 22% CMA si
- centraj maxim spate = 47% CMA,

constructorul limiteaza greutatea minima si maxima a echipajului si prevede uneori cabina planoarelor cu locasuri pentru greutati speciale de plumb care pot fi atasate sau scoase in functie de necesitati.

In concluzie, daca se depasesc centrajele maxim spate si minim fata, nu mai este posibila realizarea de viteze minime sau trecerea la zborul pe panta normala.

Mentionam ca in aceasta situatie actionarea comenzii compensatorului nu ajuta la corectarea centrajului, acesta avand rolul de a elimina efortul pe mansa in situatia zborului normal.

Centrajul planorului IS 29 D2 este realizat in limitele: 18.75% CMA (fata) si 43% CMA (spate).

Operatiuni normale si utilitare admise la zborul cu avionul

Pentru avionul IAR 46S sunt admise efectuarea de evolutii in regimul de zbor de zi, la vedere (VFR), iar din evolutiile acrobatice poate efectua: opt lent, viraj strans si sandela.

Avionul Zlin 726 fiind din constructie un avion de acrobatie, poate fi utilizat pentru operatiuni utilitatre (scoala) precum si pentru operatiuni de zbor acrobatic, fiind admise efectuarea evolutiilor: viraj cabrat si strans, glisada, looping, imelman, rasturnare, ranversare, tonou, vrie (in limita a maxim 6 ture), zbor pe spate, viraj strans in zbor pe spate, looping inversat din zbor pe spate, vrie din zbor pe spate, tonou rapid.

Operatiuni normale si utilitare admise la zborul cu planorul

Pentru planoarele de constructie romaneasca, in general sunt admise executarea zborurilor de scoala si performanta, precum si evolutiile acrobatice precizate in manual, respective: vrie, looping, ranvestare, tonou. Planorul IS28B2 poate executa si rasturnarea, iar planorul IS29D2 poate efectua evolutia denumita immelman, in timp ce planorul IS32 nu este admis decat la evolutii normale, fiind interzisa si vria comandata.

1.3 Calcularea masei si centrului de greutate - fisa de centraj

Pentru aeronavele din dotarea Aeroclubului Romaniei, calculul masei si centrajului aeronavei nu pune probleme, fiind suficienta respectarea conditiilor de

greutate admise la decolare, alte conditii privind calculul nemaifiind necesare. Dar, pentru avionul de tip AN2, care poate fi exploatat atat in varianta de transport calatori (parasutisti), cat si in varianta de transport marfa, se impune determinea centrajul inainte de decolare. In situatia transportului de calatori, fiecare calator/parasutist se aseaza pe un scaun, incepand din fata catre spate, ceea ce asigura centrajul, in timp ce pentru transportul de marfa, in functie de volumul si greutatea acesteia, se vor efectua anumite calcule conform diagramei si fisei de centraj existenta in manual, pilotul comandant fiind raspunzator de aceasta operatiune.

Astfel, pentru avionul AN 2, parametrii care determina performantele de zbor sunt in functie de varianta in care este utilizat, astfel:

1. Avionul AN2 in varianta de transport pasageri – desant:

Nr. crt	DENUMIREA PARAMETRILOR	DATELE DE GREUTATE SI DE CENTRAJ
1.	Greutatea avionului gol, dar cu tot echipamentul de bord, in Kg	3325 Kg + 1%
2.	Greutatea normala de zbor, in Kg	5250 Kg
3.	Cu tot echipamentul complect la bord, in %	20.8 % ± 1%
4.	Centrajul limita de exploatare in % CMA	17% - 32%

Nota: Greutatea si centrajul avionului sunt specificate fara a se tine cont de instalatia de oxigen, unde CMA – coarda medie aerodinamica

2. Avionul AN2 in varianta de transport cu echipamentul pasageri usor demontabil:

Nr. crt	DENUMIREA PARAMETRILOR	DATELE DE GREUTATE SI DE CENTRAJ
1.	Greutatea avionului gol, dar cu tot echipamentul de bord, in kg.	3430 kg + 1 %
2.	Greutatea normala de zbor, in kg.	5250 kg
3.	Cu tot echipamentul complect la bord, in %	20,8 % ± 1 %
4.	Centrajul limita de exploatare in %	CMA 17 % – 32 %

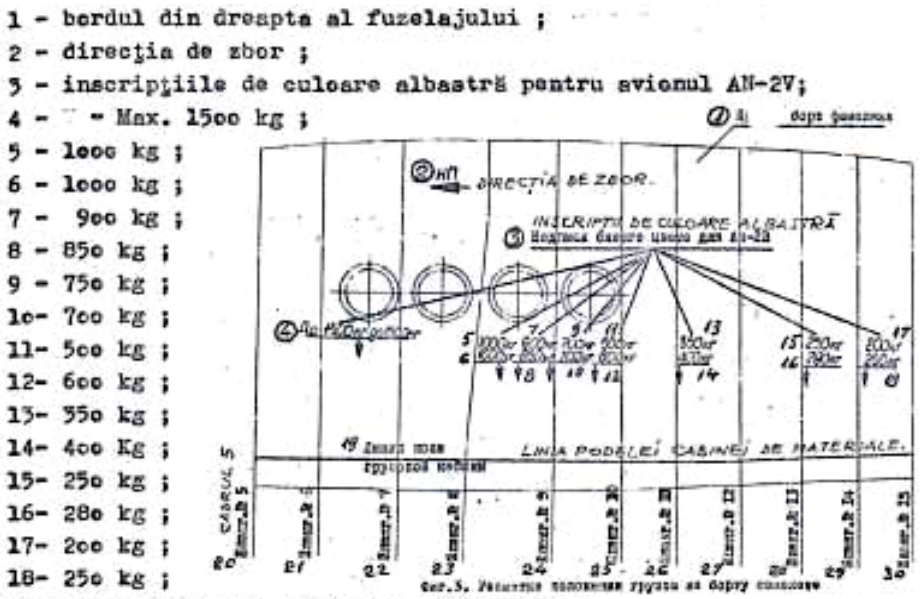
Nota: Greutatea si centrajul avionului sunt specificate fara instalarea la bord a instalatiei de oxigen.

Orice schimbare a locului de montaj, a echipamentului de bord, facuta de organizatiile de exploatare sau modificarea componentei echipamentului de bord modifica substantial centrajul avionului gol. In asemenea cazuri, centrajul trebuie calculat obligatoriu, procedandu-se conform exemplelor de calcuare a centrajului.

Gama recomandabila de centraj, care asigura cea mai usoara pilotare a avionului este cuprinsa intre 23 si 27 % CMA.

Se interzice zborul avionului cu centraje care depasesc 32 % CMA.

La incarcarea avionului se pot folosi semnele facute cu vopsea verde si rosie pe peretele din dreapta al cabinei de materiale (Fig 1.2. Trasajul amplasarii incarcaturii la bord). In dreptul sagetii verzi cu inscriptia “Maximum 1500 kg" se poate amplasa orice incarcatura. In cazul acesta, centrajul in zbor va fi de 24-25 % CMA. Acest centraj corespunde celei mai mari rezerve de stabilitate longitudinala statica a avionului fara folosirea trimerului.



1 - bordul din dreapta al fuzelajului ;
2 - direcţia de zbor ;
3 - inscripţiile de culoare albastră pentru avionul AN-2V;
4 - - Max. 1500 kg ;
5 - 1000 kg ;
6 - 1000 kg ;
7 - 900 kg ;
8 - 850 kg ;
9 - 750 kg ;
10- 700 kg ;
11- 500 kg ;
12- 600 kg ;
13- 350 kg ;
14- 400 Kg ;
15- 250 kg ;
16- 280 kg ;
17- 200 kg ;
18- 250 kg ;
19- linia duşumelei cabinei de materiale ;
20- cadrul nr. 5 ;
21- cadrul nr. 6 ;
22- cadrul nr. 7 ;
23- cadrul nr. 8 ;
24- cadrul nr. 9 ;
25- cadrul nr. 10 ;
26- cadrul nr. 11 ;
27- cadrul nr. 12 ;
28- cadrul nr. 13 ;
29- cadrul nr. 14 ;
30- cadrul nr. 15 ;

Fig1.2. Trasajul amplasarii incarcaturii la bord

Sagetile rosii notate cu 1000, 850, 700, 600, 280 si 250 kg. Indica pozitia cea mai din spate a centrului de greutate a incarcaturii, la care avionul mai are inca o suficienta rezerva de stabilitate statica longitudinala. In acast caz rezulta un centraj de aproximativ 32% CMA, adica cel mai posterior centraj din cele admisibile.

Exemplu: O incarcatura de 600 kg se poate amplasa in orice loc situat intre sageata verde cu inscriptia "Maximum 1500 kg" si sageata rosie cu inscriptia "600 kg".

In cazul cand sunt cateva incarcaturi, acestea trebuie amplasate astfel incat centrul lor de greutate comun sa se afle sub sageata rosie notata cu cifra egala cu greutatea totala a incarcaturii sau in fata pana la sageata verde inclusiv. In cazul cand greutatea incarcaturii nu corespunde valorii notate pe bordul fuzelajului, de exemplu 650 kg, atunci asemenea incarcatura nu trebuie amplasata in dreptul cifrelor 600, 400, si 200, fiindca acest mod de amplasare a incarcaturii provoaca un cntraj posterior inadmisibil, care depaseste 32 % CMA.

Atentie: Se interzice amplasarea incarcaturilor in compartimentul de coada al fuzelajului, dupa cadrul nr. 15.

In cazul cand numarul de incarcaturi este mai mare, iar la bord sunt si pasageri, pozitia centrului de greutate al avionului incarcat trebuie verificata prin metoda momentelor sau cu ajutorul graficului prezentat.

Exemplul de folosire a metodei mometelor este prezentat in tabelul urmator. In acest tabel se noteaza greutatea fiecarei incarcaturi, incluzand greutatea avionului, distanta centrului de greutate a fiecarei incarcaturi fata de cadrul nr.5 si momentele calculate pentru inmultirea greutatilor cu distanta pana la cadrul nr.5.

Exemple de calcul prin procedeul momentelor:

DENUMIREA INCARCATURII	Greutatea G, in kgf	Bratul X, in m	Momentul Gx, in kgm
Avion gol cu tot echipamentul la bord	3495	0,499	1744
Echipaj 2 oameni	160	-0,366	-54
Combustibil	50	0,944	47
Ulei	50	-1,586	-79
SUMA :	G = 3755 kgf		G_x=1658 kgm

Bratele de parghii se considera pozitive pentru incarcaturile situate in spatele cadrului nr.5 si negative pentru incarcaturile dispuse in fata cadrului nr. 5. Bratul de parghie al centrului de greutate al avionului gol se ia din tabelul 6.

Dupa insumarea greutatilor si a momentelor, se calculeaza distanta centrului de greutate fata de cadrul nr.5, folosind urmatoarea formula:

$$X_{c.g.} = \frac{\sum Gx}{\sum G} \qquad (1)$$

calculul centrajului in %CMA se face cu ajutorul formulei :

$$X_{CAM} = \frac{X_{c.g} - L}{b_{CAM}} \text{ 100 \% CAM,} \qquad (2)$$

In care: L = distanta de la inceputul CMA pana la cadrul nr. 5, egala cu 0, 05 m si b_{CAM} = lungimea CMA egala cu 2,269 m.
Din formula 1 si 2 va rezulta:

$$X_{c.g} = \frac{1658}{3755} = 0,441 \text{ m ;}$$

$$X_{CAM} = \frac{0,441 - 0,050}{2,269} \cdot 100 \% = 17,2 \% \text{ CAM.}$$

Cazul examinat mai sus corespunde centrajului anterior al avionlui, cand el revine fara incarcatura la aerodromul de baza, avand in rezervoare cantitatea minima de combustibil si ulei. Aici s-a pus ipoteza ca avionul gol are un centraj de 19, 8 % CMA, adica cel mai anterior centraj din cele posibile. Modificarile de componenta de uzina sau de componenta de echipament de bord facute de organizatiile de exploatare pot duce la schimbari considerabile ale centrajului.

Exemplu de calculare a centrajului cu ajutorul graficului de centraj:

Avionul gol	3300 kg; X = 21,5 % CMA
Pasageri	12 x 75 kg 900 kg.
Echipaj	160 kg.
Ulei	75 kg.
Combustibil	900 kg.
Greutatea de zbor :	5335 kg.

Pozitia centrului de greutate se determina cu ajutorul graficului de centraj in felul urmator: din punctul de intersectie a liniei centrului de greutate al avionului gol cu linia greutatii avionului gol (graficul de sus), se coboara o

perpendiculara pe scala orizontala a incarcaturilor. Dupa aceasta se face deplasarea in sensul sagetii pe scala orizontala la numarul de diviziuni egal cu greutatea incarcaturii. De la capatul liniei respective se coboara o perpendicular pe urmatoarea scala orizontala. In cazul cand valoarea greutatii incacaturii nu exista pe aceasta scala orizontala a graficului, perpendiculara se prelungeste pana la urmatoarea scala corespunzatoare incarcaturii respective. Operatia se repeta pana la scala “combustibilului" situata cel mai jos. Dupa determinarea pe scala a cantitatii de combustibil, din acest punct se coboara o perpendiculara pana la intersectia cu linia orizontala a greutatii de zbor a avionului (graficul urmator). Punctul de intersectie indica centrajul avionului, corespunzator greutatii de zbor a avionului.

Pentru exemplul de incacatura a avionului prezentat mai sus centrajul avionului este de 29, 8 % CMA.

Graficul de centraj al avionului AN-2 cu 12 locuri pentru pasageri

In grafic semnificatia notatiilor este urmatoarea:

1 - centrajul initial in % din CMA;
2 - felul incarcaturii, in kg;
3 - pasageri;
4 - parasutisti;
5 - parasutisti, scaunele 1 - 7 Pasageri;
6 - parasutisti, scaunele nr. 2 – 8 Pasageri;
7 - parasutisti, scaunele 2- 9 Pasageri;
8 - parasutisti, scaunele nr. 4 – 10 Pasageri;
9 - parasutisti, scaunele nr. 5 – 11 Pasageri;
10 - parasutisti, scaunele 6 – 12 Pasageri;
11 - parasutisti, scaunele de la nr.1, la nr.12 Pasageri;
12 - pasager in toaleta;
13 - cadrul nr. 6;
14 - cadrul nr. 7;
15 - cadrul nr. 8;
16 - cadrul nr. 9;
17 - cadrul nr. 10;
18 - cadrul nr. 11;
19 - cadrul nr. 12;
20 - cadrul nr. 13;
21 - cadrul nr. 14;
22 - echipaj;
23 - ulei;
24 - combustibil;
25 - *Nota*: Pasagerul = 75 kg.; Parasutistul cu echipament = 100 kg;
26 - centraj limita anterior 12 % CMA;
27 - centraj limita posterior 32 % CMA;
28 - aceasta scala se poate folosai numai cand la bord este numarul complet de

pasageri sau parasutisti;
29 - greutatea avionului gol;
30 - centrajul avionului gol in % CMA ;
31 - cadrul nr. 5;
32 - cadrul nr. 15.

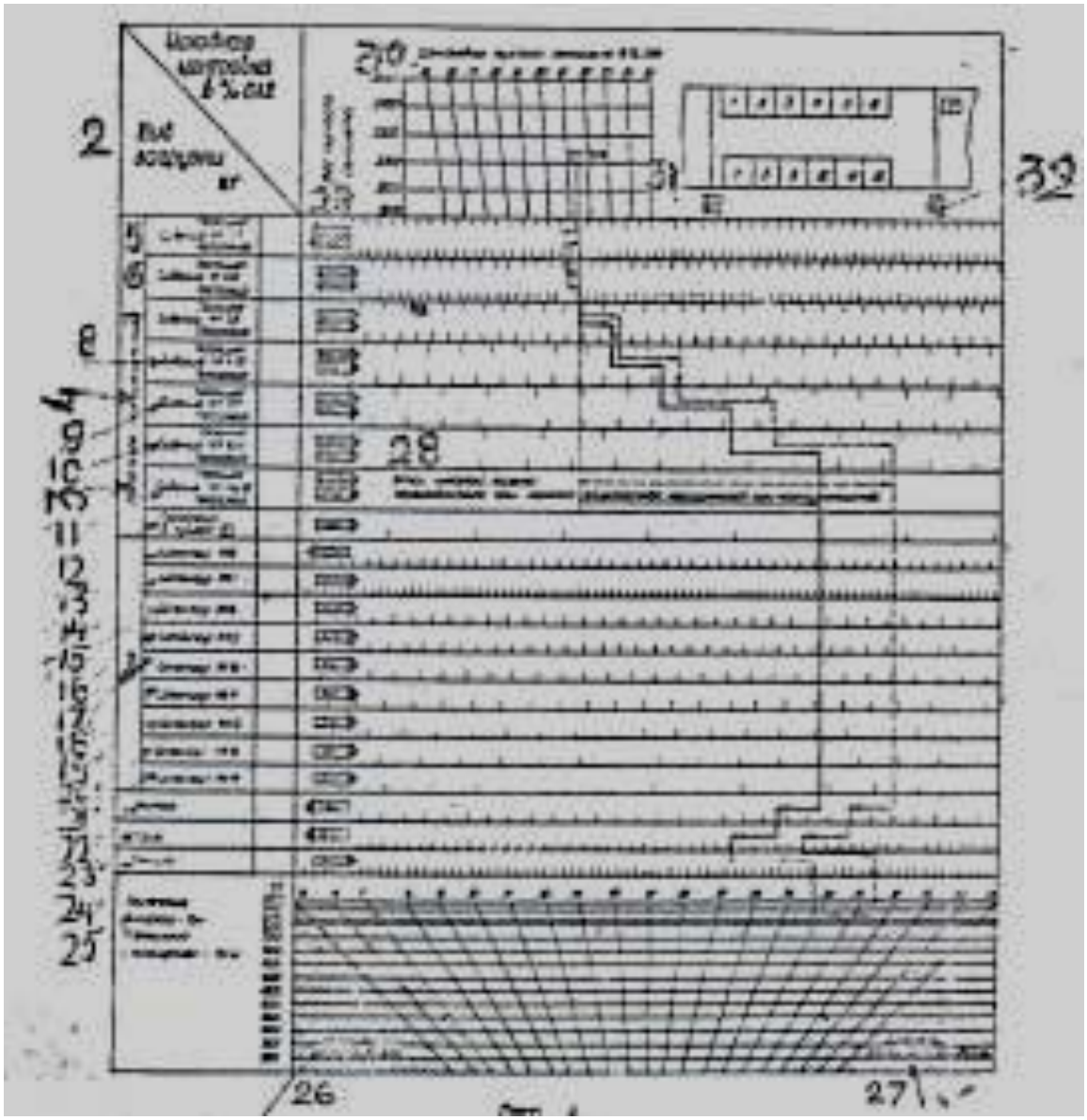


Fig1.3. Graficul de centraj al avionului AN-2 cu 12 locuri pentru pasageri

CAPITOLUL 2.

2. Performante

Prin performantele unei aeronave vom intelege elementele caracteristice privind decolarea, aterizarea, zborul normal (procedurile normale) evolutiile ce pot fi efectuate de aeronava, incarcatura utila, plafonul si autonomia de zbor, precum si consumul de carburant.

Toate aceste caracteristici determinante pentru analiza calitatilor unei aeronave se regasesc in Manualul de exploatare si intretinere a aeronavei.

2.1 Decolarea

Decolarea se defineste ca fiind o miscare accelerata a aeronavei de la inceputul rulajului (V=0), pana la desprinderea si atingerea inaltimii de 25 m – aici pot incepe alte manevre si operatiuni specifice fiecarei aeronave.

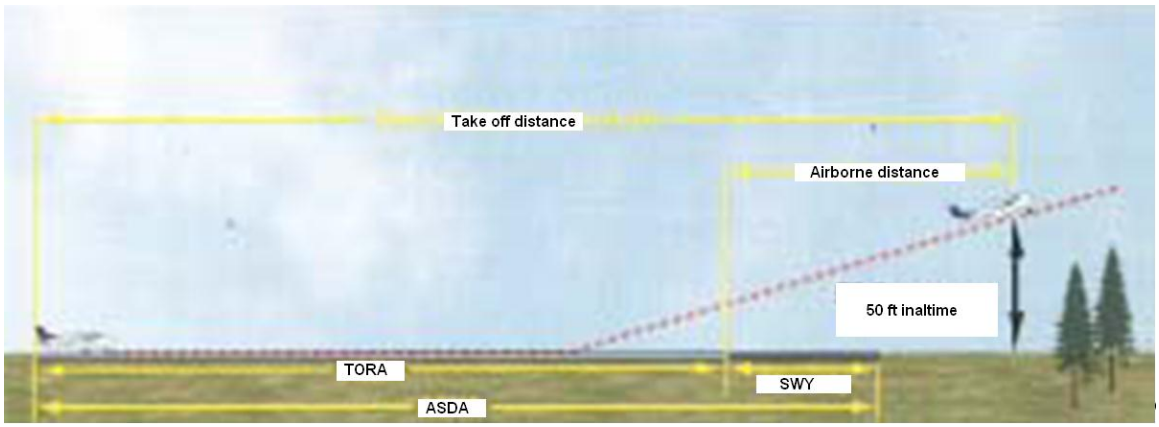


Fig 2.1.

2.1.1 Distanta disponibila de rulaj la decolare –TORA

Prin abrevierea TODA - Distanta de Decolare Disponibila (Take-Off Distance Available), specifica fiecarui aerodrom se va intelege distanta disponibila pe aerodromul respectiv in vederea efectuarii unei decolari in deplina siguranta.

Fig 2.2.

Prin abrevierea TORA -Distanta de Rulare la Decolare Disponibila (Take-Off Run Distance Available), fiind reprezentata de spatiul aferent aerodromului in interiorul caruia o aeronava poate rula in deplina siguranta in vederea decolarii. Este portiunea de spatiu in cadrul caruia aeronava, in proces de decolare capata viteza necesara desprinderii de pe sol, urmand in continuare accelerarea in vederea urcarii in panta optima admisa pentru fiecare aerodrom.

Distanta disponibila de rulaj la decolare este specifica fiecarui aerodrom, fiind precizata in instructiunile de exploatare ale acestuia. Aceste elemente sunt cunoscute de piloti prin studiul AIP Romania.

In functie de aceste elemente, pilotul avand cunostinte din manualul aeronavei despre caracteristicile de zbor, va lua decizia de operare sau nu pe aerodromul respectiv.

Astfel, pentru exemplificare, vom prezenta performantele avionului IAR 46S:

- distanta de rulare este de 185 m;
- distanta de decolare peste obstacol de 15 m este de 409 m.

2.1.2 Decolarea si urcarea initiala

Decolarea avionului se defineste ca o miscare uniform accelerata care dureaza din momentul inceperii rulajului si pana cand se atinge o inaltime de siguranta de cca. 40-50 m fata de planul orizontal care trece prin punctul de incepere a rulajului.

Prin urcarea initiala a aeronavei se va intelege, portiunea de timp si spatiu parcursa de aeronava dupa desprinderea de pe sol, efectuarea palierului si urcarea pana la inaltimea de siguranta.

Decolarea avionului cuprinde urmatoarele faze:
a) rulajul pentru decolare;
b) desprinderea de pe sol a aeronavei;
c) palierul aeronavei;
d) urcarea si luarea inaltimii de siguranta (aproximativ 25 m);

Decolarea planorului in remorcaj de avion/automosor se defineste ca o miscare uniform accelerata care dureaza din momentul inceperii rulajului si pana cand se atinge o inaltime de siguranta de cca. 40-50 m fata de planul orizontal care trece prin punctul de incepere a rulajului.

Decolarea in remorcaj de automosor cuprinde urmatoarele faze:
a) rulajul pe sol pentru decolare;
b) desprinderea de pe sol;
c) panta moderata de urcare (pana la inaltimea de 40-50 m);

Decolarea in remorcaj de avion cuprinde urmatoarele faze:
a) rulajul pentru decolare;
b) desprinderea de pe sol a planorului;
c) palierul planorului;
d) urcarea si luarea inaltimii de siguranta in remorcaj de avion;

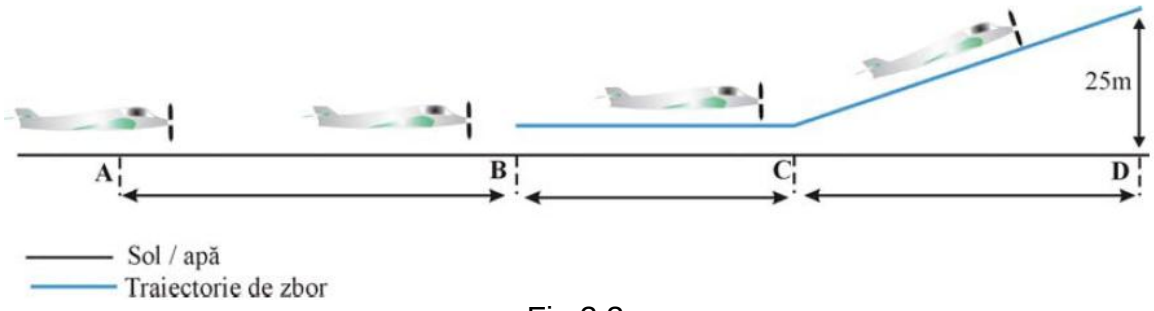


Fig 2.3.

A ↔ B – rulajul pentru decolare;
B – desprinderea aeronavei;
B ↔ C – palierul;
C ↔ D – urcarea
A ↔ D – distanta de decolare.

Performantele maxime ale avionului IAR 46S la decolare se obtin pentru o viteza de urcare la decolare de 108 km/h, cu voletul bracat pe pozitia 200, trenul scos si turatia la motor 5800 rot/min, pentru un timp maxim de 5 minute.

In functie de temperatura aerului exterior si de inaltimea la care se afla intre 0 m si 100 m, cu aceasta aeronava se vor obtine viteze de urcare pe verticala cuprinse intre 2,03 m/sec si 3,68 m/sec.

2.1.3 Efectul masei, vantului si altitudinii densimetrice

Efectul masei la decolare.

Toate aeronavele obtin performantele precizate in manualul de exploatare in zbor daca la decolare masa maxima admisa nu este depasita. Astfel, pilotul, la decolare va lua masuri de intrerupere prompta a acesteia daca avionul la atingerea vitezei de dezlipire are tendinta de a nu se desprinde (de a nu parasi solul), ceea ce va determina concluzia ca centrajul fata este depasit.

Daca in schimb, pilotul impingand mansa complet in fata, avionul nu ridica coada la orizontala, avand tendinta de a se desprinde de sol inainte de a ajunge la viteza de dezlipire, va determina concluzia ca centrajul este depasit in spate, ceea ce va impune intreruperea decolarii.

Urcarea = C_L ½ ρv²S si Tractiunea (T) = masa (m) x acceleratia (a)

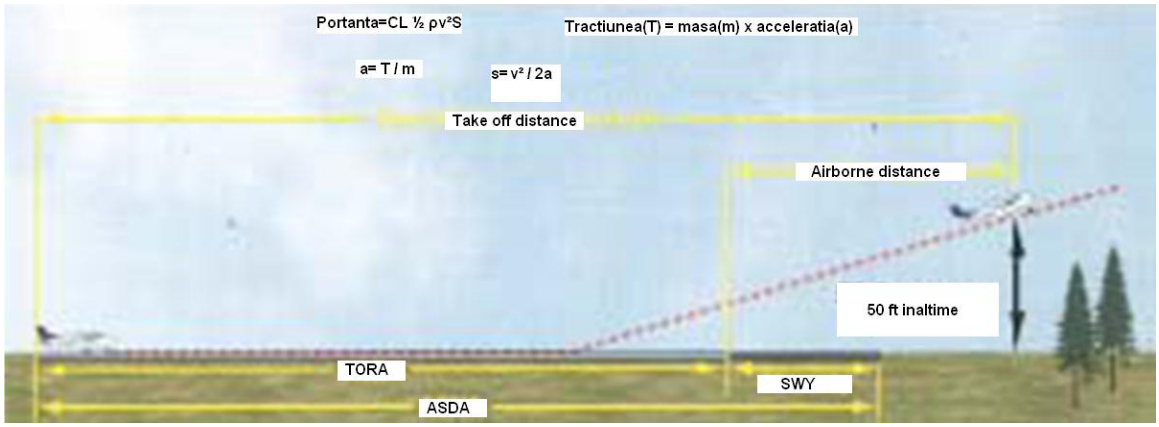


Fig 2.4. Efectul masei la decolare

Efectul vantului la decolare.

Vantul are o influenta foarte mare la decolarea aeronavei, astfel daca se procedeaza la decloarea in conditii standard, aeronava va obtine performantele precizate in manualul de exploatare si intretinere. Aceste performante se modifica foarte mult atunci cand decolarea este influentata de vant. Astfel, daca decolam cu vant de fata, distanta de rulare pe sol se scurteaza foarte mult, ceea ce determina ca performanta privind distanta pentru trecerea peste un obstacol de 15 m sa fie imbunatatita in mod apreciabil cu cat intensitatea vantului este mai mare.

Daca in schimb, vom incerca sa decolam cu vant de spate, vom avea surpriza sa constatam ca, atat spatiul necesar pentru rulare in vederea aterizarii, cat si spatiul necesar pentru trecerea peste un obstacol de 15 m, sa fie mult mai mari fata de performantele precizate in manual. Se poate intampla ca la un vant puternic de spate, sa rulam tot aerodromul si sa nu ne desprindem de pe sol, astfel ca exista pericolul de accident.

Pe aceste considerente, constructorul limiteaza prin manualul de exploatare in zbor efectuarea activitatii de decolare peste anumite limite ale vantului, astfel, spre exemplu, la avionul Zlin 726, componenta de fata a vantului maxim admisa este de 15 m/sec., iar cea perpendiculara pe directia de decolare este de 10 m/sec.

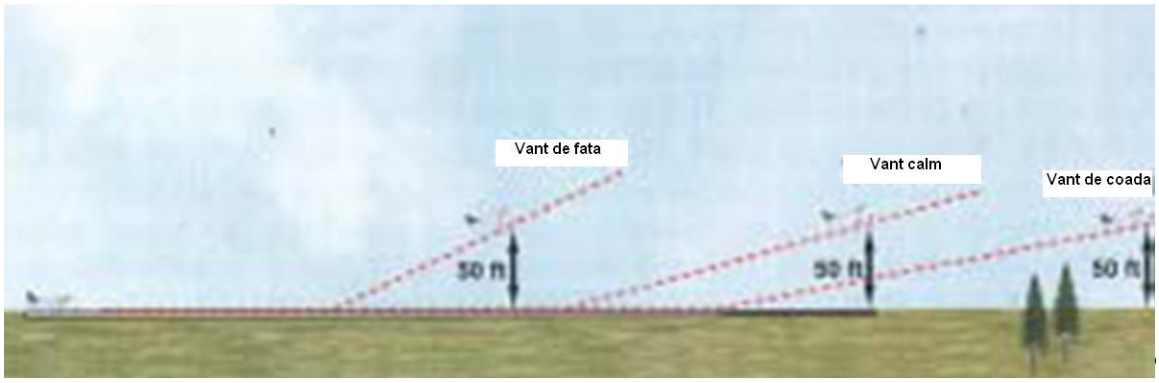


Fig 2.5. Efectul vantului la decolare (de fata, calm, de spate)

Efectul altitudinii densimetrice

Densitatea aerului scade pe masura ce creste altitudinea, astfel ca zborul va fi influentat de acest element, iar altitudinea densimetrica va influeta indicatiile la altimetru. Astfel, daca in inaltime, presiunea este mai mica decat cea standard, altimetru va indica o inaltime mai mare decat o avem in realitate, situatie ce devine periculoasa la aterizare.

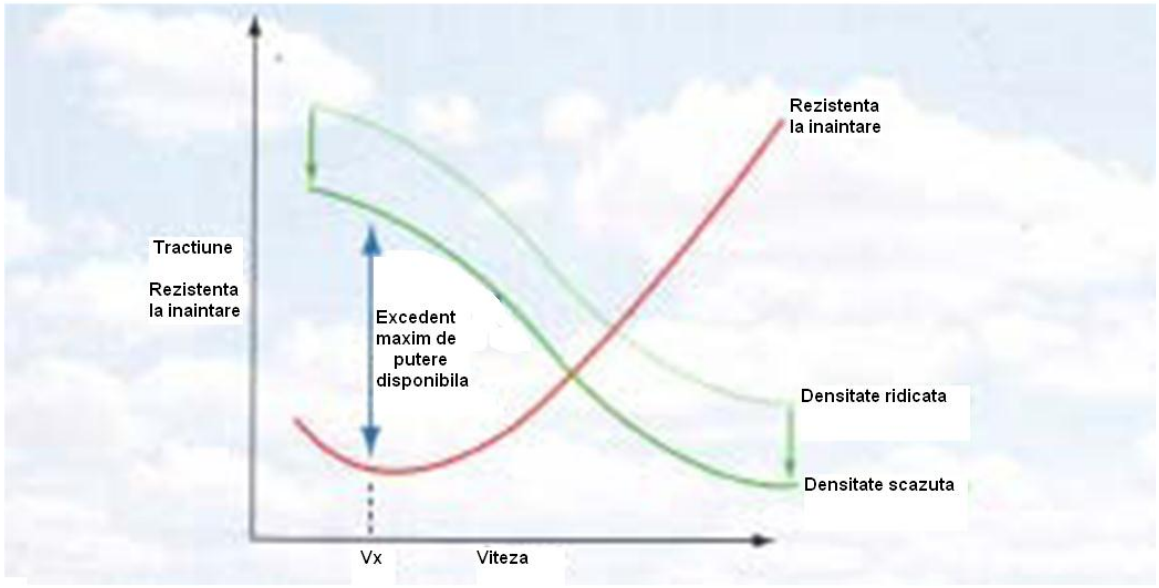


Fig 2.6. Efectul urcarii functie de densitate

De asemenea, erori in indicatii vom avea si din cauza temperaturii, astfel, daca temperatura de la nivelul de zbor este mai scazuta decat cea standard corespunzatoare, altimetrul va indica o inaltime mai mare; daca temperatura aerului este mai ridicata decat cea standard corespunzatoare nivelului de zbor, atunci altimetrul va indica o inaltime mai mica. Eroarea maxima in astfel de cazuri poate fi de aproximativ 3 % din inaltime: pentru 3.000 m altitudine eroarea poate fi de +300 m.

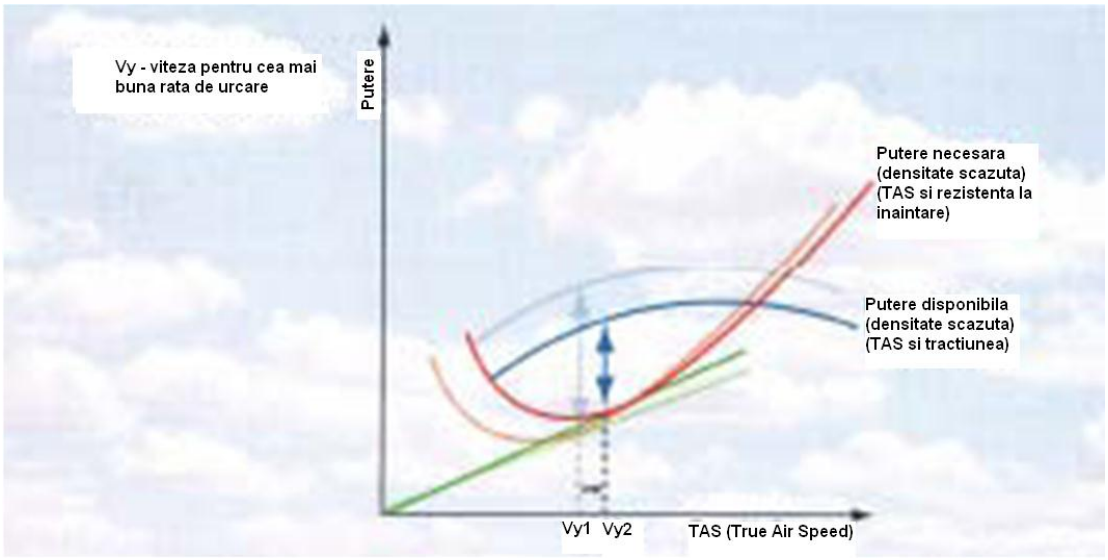

Vy - viteza pentru cea mai buna rata de urcare
Putere
Putere necesara (densitate scazuta) (TAS si rezistenta la inaintare)
Putere disponibila (densitate scazuta) (TAS si tractiunea)
Vy1
Vy2
TAS (True Air Speed)

Fig 2.7.

Performantele aeronavei in timpul urcarii se pot calcula cu ajutorul unui grafic ca cel prezentat mai jos. Cu ajutorul acestui grafic se poate determina consumul de carburant in timpul urcarii.

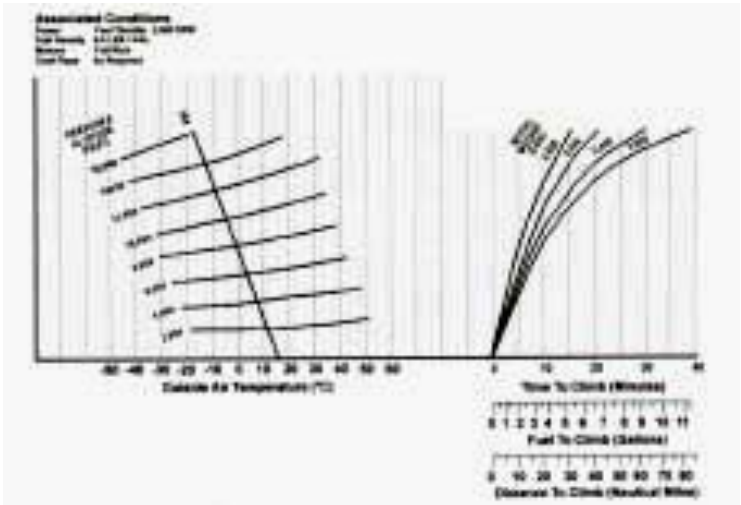


Fig 2.8.

Erori datorate reliefului.

La decolare, o importanta esentiala o are pentru un avion caracteristicile orografiei in zona imediata a decolarii. Acest element este important a fi verificat pentru a se aprecia daca aeronava va putea, ca dupa decolare sa obtina inaltimea de siguranta pana la zona intalnirii unui obstacol.

De asemenea, se urmareste ca distanta reala pe sol pana la primul obstacol de 15 m, sa fie mai mare decat distanta necesara aeronavei pentru trecerea pesta un obstacol de 15 m, cum este precizata in manualul de exploatare si intretinere.

In zonele muntoase, vantul poate da nastere la unde de munte cvasistationare, care creeaza curenti ascendenti si descendenti.

Avionul patrunzand in curentul descendent pierde din inaltime mai mult de 1000 m in cateva minute.

Din aceasta cauza, erori si fluctuatii ale altimetrului se pot produce si atunci cand avionul intra in zona “rotorului", din cauza acceleratiilor verticale de scurta durata. In acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulentei create de rotor.

2.1.4 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de urcare

Efectul suprafetei solului si orografiei:

In timpul activitatii de zbor dupa decolare, in urcare, in vederea luarii inaltimii necesare efectuarii zborului pe traseul de urmat, aeronava este supusa efectelor unor fenomene caracterizate de forma obstacolelor de pe suprafata solului situat in continuarea culoarului de decolare, astfel:

a) *la o decolare in care solul este in zona de campie sau platou*, si nu exista obstacole imediat dupa decolare, traiectoria aeronavei va fi caracterizata ca fiind o traiectorie in linie dreapta cu o urcare constanta; Daca, in schimb, imediat dupa decolare sunt amplasate obstacole, traiectoria ascendenta a aeronavei va fi influentata de actiunea vantului, astfel, in fata vantului, la obstacol aeronava va fi ajutata de curentul ascendent determinat de devierea vantului in fata obstacolului, iar in momentul cand aeronava va ajunge in umbra vantului, datorita curentului descendent, traiectoria acestuia va fi afectata, devenind descendenta, existand pericolul de a nu avea suficienta tractiune pentru a compensa descendenta, in felul acesta existand pericolul de a lua contactul cu solul. Pentru a evita astfel de incidente, se recomanda ca la decolare, daca este vant de fata puternic, imediat dupa desprindere, inca din palier sa se devieze usor pentru a se evita zonele obstacolului umbrite de vant.

b) *in zonele de munte si deal*, unde relieful este foarte variat, actiunea vantului influenteaza foarte mult caracteristica decolarii, astfel, vantul poate da nastere in afara zonelor turbulente si descendente, la unde de

munte cvasistationare, care creeaza curenti ascendenti si descendenti. Aeronava patrunzand in curentul descendent pierde din inaltime mai mult de 1000 m in cateva minute. Datorita acestui fenomen caracterizat prin descendente puternice, nici altimetru nu va indica in mod corect inaltimea de zbor, intarzierea in indicatii fiind foarte mare, existand situatia in care informatiile citite pe instrument sunt eronate. Erori si fluctuatii ale altimetrului se pot produce si atunci cand avionul intra in zona “rotorului", din cauza acceleratiilor verticale de scurta durata. In acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulentei create de rotor.

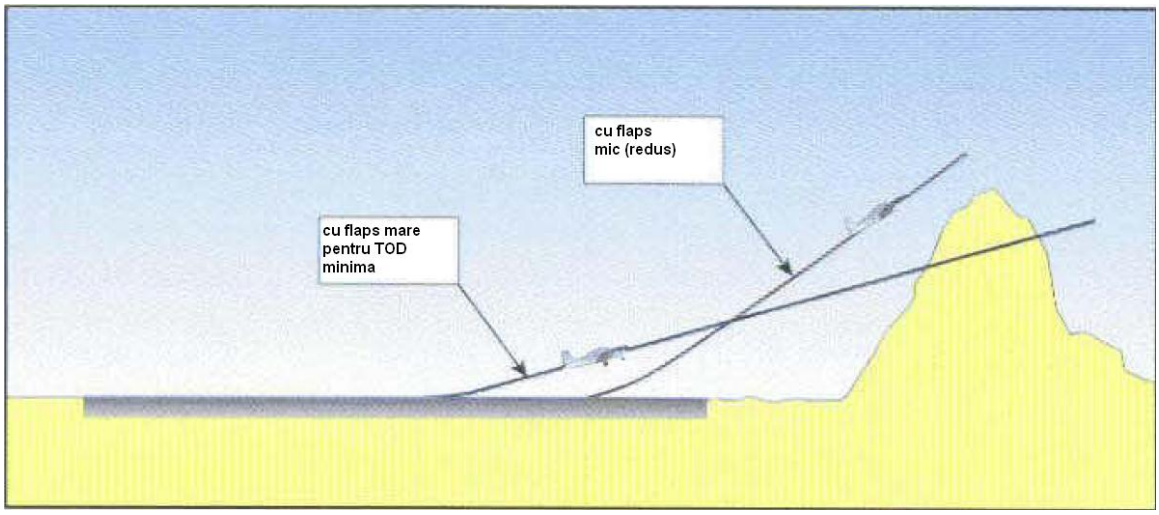


Fig 2.9.

Efectul pantei de urcare:

Caracteristica pantei de urcare a aeronavei dupa decolare este determinata de caracteristicile si performantele de zbor ale aeronavei.

Astfel, o aeronava cu putere disponibila suficienta poate adopta o panta de urcare mai accentuata, in felul acesta castigul de inaltime fiind suficient pentru a evita, in zona de urcare pana la inaltimea de siguranta, toate efectele produse de suprafata solului si orografie la actiunea vantului.

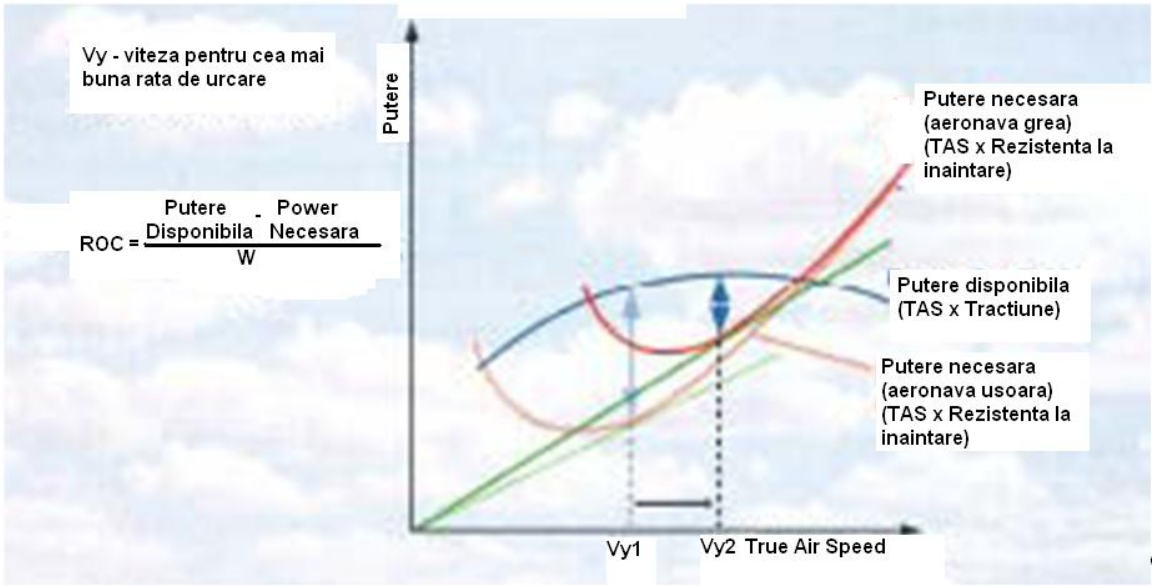

Vy - viteza pentru cea mai buna rata de urcare
ROC = Putere Disponibila - Power Necesara / W
Putere
Putere necesara (aeronava grea) (TAS x Rezistenta la inaintare)
Putere disponibila (TAS x Tractiune)
Putere necesara (aeronava usoara) (TAS x Rezistenta la inaintare)
Vy1
Vy2
True Air Speed

Fig 2.10.

2.2 Aterizarea

Aterizarea este evolutia prin care o aeronava in zbor ia contact cu suprafata de aterizare si ruleaza sau aluneca pana la oprire.

Profilul aterizarii este dat de traiectoria descrisa de C.G. al aeronavei in evolutie.

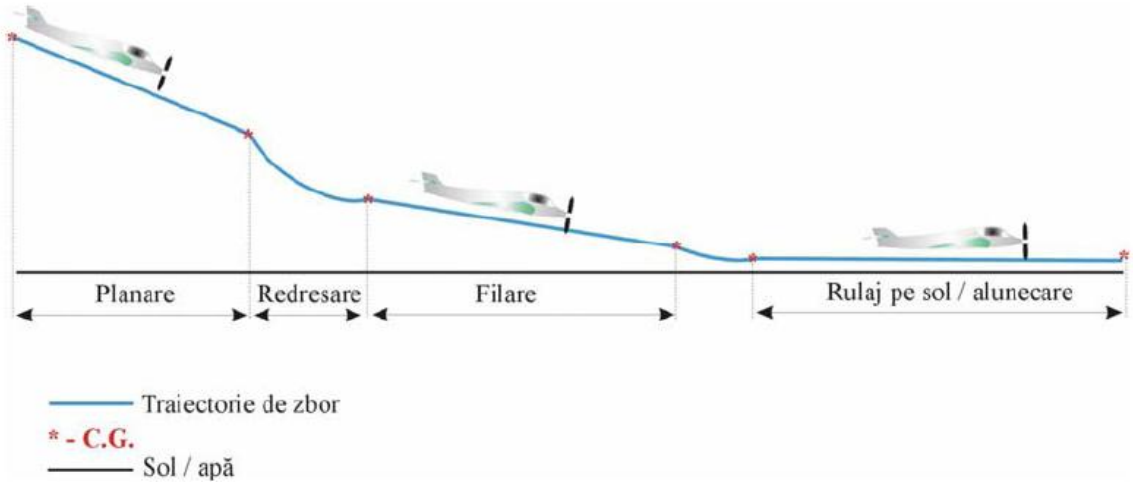


Fig 2.11.

Redresarea este portiunea curbilinie pe care traiectoria aeronavei trece de la cea inclinata la traiectorie orizontala in vederea planarii in palier deasupra solului sau apei.

Redresarea este necesar sa fie efectuata, pentru ca aeronava sa aiba o continua pierdere de viteza in apropierea solului, astfel ca la contactul cu solul, viteza de zbor a aceateia sa fie egala cu viteza limita admisa de constructor.

Momentul efecutarii redresarii depinde de conditiile meteorologice, respectiv de influenta vantului si a densitatii aerului, acest moment fiind influentat si de unghiul de planare.

Ecuatia de echilibru:

$F_z = G_2 + F_c$

$F_x = G_1$

$G_1 = G \sin\theta$

$G_2 = G \cos\theta$

In cazul redresarii aeronavei viteza de zbor se micsoreaza continuu (franeaza) sub actiunea fortei de rezistenta aerodinamica. Intrucat forta aerodinamica totala este influentata de forta portanta si de forta de rezistenta la inaintare, prin tragerea de mansa la nivelul solului se va obtine atat o crestere a rezistentei la inaintare, cat si o crestere a fortei portane, pastrandu-se in felul acesta un echilibru intre portanta si greutate. Aceasta crestere a unghiului de incidenta are loc pana cand se atinge valoarea maxima a coeficientului de portanta; ca urmare a acestei actiuni, aeronava „cade" pe sol. Viteza corespunzatoare acestei „caderi" va fi chiar viteza de aterizare.

$$C_{z\ redresare} = (0{,}7 \div 0{,}9)\ C_{z\ maxim}$$

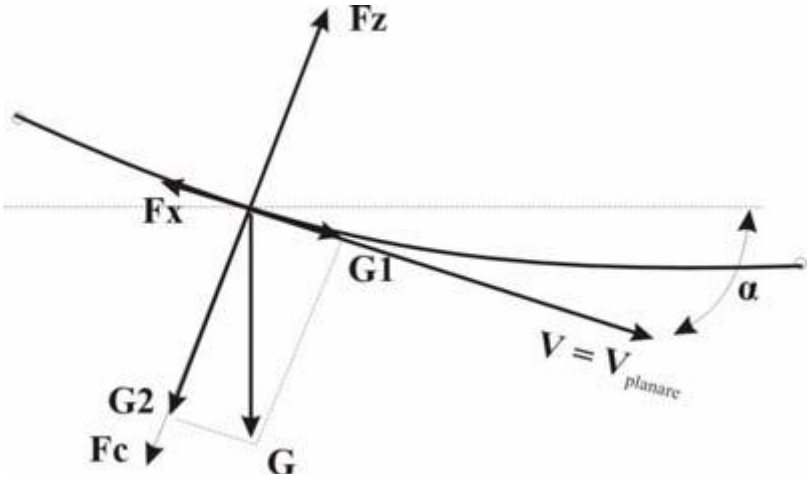


Fig 2.12.

Filarea (franare in zbor orizontal) sau palierul aeronavei deasupra solului sau apei necesara pentru reducerea vitezei inaintea contactului cu solul sau apa.

Rularea aeronavei (alunecarea) –deplasarea aeronavei pana in momentul opririi.

Viteza de aterizare

Valoarea vitezei in momentul initial al „caderii” pe sol difera de cea din momentul in care aeronava ia contact cu suprafata de aterizare. Pentru momentul initial al „caderii” pe suprafata se mentine inca egalitatea intre portanta si greutatea aeronavei. In mod aproximativ se poate arata ca viteza aeronavei in momentul atingerii suprafetei de aterizare de la H = 0,3 m, reprezinta circa 0,94% din valoarea vitezei de aterizare.

Pentru calculul vitezei de aterizare, se pot folosi formulele simplificate:

$$V_{aterizare} = 12 \sqrt{G/S} \text{ - pentru aripi fara voleti}$$

si

$$V_{aterizare} = 10 \sqrt{G/S} \text{ - pentru aripi cu voleti}$$

Incarcarea pe aripa influenteaza direct viteza de aterizare. Daca G/S creste va rezulta si o crestere a vitezei de aterizare.

Dupa aterizare, se poate micsora distanta de rulare prin folosirea parasutelor de franare, sau a franelor pentru roti etc.

2.2.1 Efectele masei, vantului altitudinii densimetrice si ale vitezei de apropiere

Efectele masei (greutatii aeronavei)

Variatia greutatii unui avion pentru analiza influentei asupra distantei de planare se analizeaza din punct de vedere al ipotezelor:

- mentinerea finetei aerodinamice a avionului asupra distantei de planare;
- micsorarea finetei aerodinamice.

Daca se va modifica greutatea avionului, mentinand finetea aerodinamica constanta, va rezulta ca pe timp calm, unghiul de planare si distanta de planare vor ramane constante si se va modifica numai viteza de planare, conform relatiei urmatoare:

$$tg\,\theta_{pz} = \frac{G_1}{G_1} = \frac{F_{xa}}{F_{ya}} = \frac{\frac{\rho V_p^2}{2} SC_{xa}}{\frac{\rho V_p^2}{2} SC_{ya}} = \frac{C_{xa}}{C_{ya}} = \frac{1}{K_a},$$

Analizand relatia urmatoare, vom constata ca pentru aceeasi finete, viteza de planare se va mari odata cu cresterea greutatii.

$$Vplanare = \sqrt{\frac{2G}{\rho\, Ca\, A}} \ , \ \text{m/sec}$$

Avand in vedere faptul ca la cresterea greutatii, finetea aerodinamica nu se modifica, dar se mareste viteza de zbor, timpul necesar parcurgerii spatiului respectiv se micsoreaza, deci timpul de planare va fi mai mic. Acest fapt va determina ca variatia greutatii sa manifeste o influenta asupra distantei de planare, in special pentru situatiile in care se manifesta si influenta vantului.

Efectul vantului la aterizare

Vantul are o influenta importanta asupra vitezei de deplasare a avionului fata de sol. La efectuarea unui zbor cu aceeasi viteza aerodinamica (masa de aer se deplaseaza fata de sol odata cu avionul care zboara in acea masa).

Astfel, vantul de fata va reduce distanta de planare, marind unghiul de planare θ, iar vantul de spate va mari distanta de planare. Influenta vantului se exprima prin relatia:

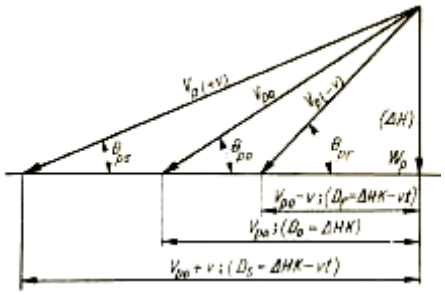
$$D_p = \Delta HK_a \pm vt \quad [\text{m}],$$

Unde t, este timpul de planare.

$$t = \frac{\Delta H}{W_{pa}},$$

In cazul existentei vantului, distanta de planare nu se mai obtine la Vopt, ci se aplica unele corectii in functie de directia vantului, astfel, daca vantul este din spate, se reduce Vproprie, iar daca vantul este din fata se mareste Vproprie, fata de Vopt. Corectia se face in special la zborul cu planorul, pentru a se putea plana pana la locul dorit de pilot.

Analizand figura urmatoare, vom constata ca vantul de fata mareste panta θ*f* si reduce distanta de planare, iar vantul de spate reduce panta θ*f* si mareste distanta de planare.



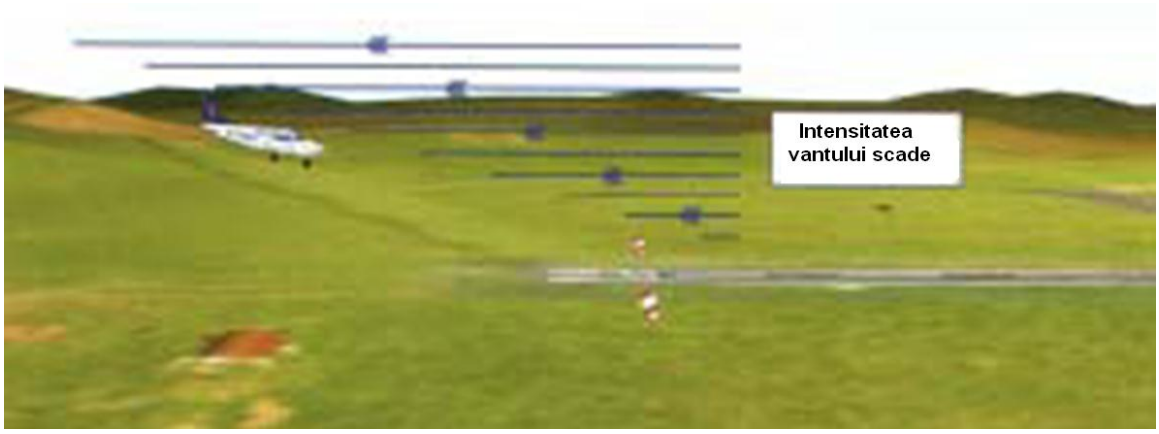


Fig 2.13.

Efectul altitudinii densimetrice

Revenind la ecuatia prezentata la efectul masei asupra zborului planat, vom constata ca viteza de planare, in afara de modificarea acesteia in functie de greutatea avionului G, si de ungiul de incidenta (care determina valoare C_a) aceasta va fi influentata si de valoarea densitatii ρ. Astfel, daca densitatea se mareste, viteza de planare se micsoreaza, in timp ce la o densitate micsorata, viteza de planare se va mari.

$$Vplanare = \sqrt{\frac{2G}{\rho\, Ca\, A}}$$

Aceste modificari ale densitatii ρ au importanta la aterizare, stiind ca viteza de contact cu solul depinde de viteza necesara zborului.

Pe aceste considerente, pilotii trebuie sa cunoasca faptul ca o aeronava va efectua aterizarea la viteze diferite daca altitudinea aerodromului de aterizare este diferita.

Astfel, la o aterizare pe un aerodrom situat in zona muntoasa, aterizarea se va efectua si contactul cu solul se va lua la o viteza mai mare, stiind ca densitatea aerului scade cu cresterea inaltimii.

Efectul vitezei de apropiere

Astfel cum am prezentat, orice pilot cauta ca la contactul cu solul viteza de zbor sa fie cat mai mica, respectiv sa se apropie de viteza limita precizata in manualul de exploatare in zbor. Dar, in realitate, viteza de zbor este influentata de greutate, vant si utilizarea sau nu a flapsului, etc, astfel ca si viteza de contact cu solul va fi diferita de viteza limita precizata in manual. In asemenea situatii, pilotul trebuie sa cunoasca faptul ca, la un vant de fata si o atmosfera cu

densitatea aerului mai mica (aterizare efecuta la inaltime sau pe timp calduros) si viteza de contact cu solul va fi mai mare.

Consecinta unei luari a contactului cu solul la viteze mai mari este si lungirea spatiului de rulaj dupa aterizare, astfel ca pilotul trebuie sa cunoasca aceste elemente pentru a evita depasirea pistei de zbor in rulaj dupa aterizare.

Efectul pantei la aterizare

Din figurile urmatoare se poate concluziona faptul ca in functie de marimea pantei de aterizare sunt influentate si perfoemantele aeronavei in aceasta etapa a zborului, astfel, tractiunea necesara se micsoreaza pe masura ce panta se mareste, ajungand la un moment dat ca zborul sa se efectueze in regim constant, moment in care componenta rezistentei la inaintare devine egala cu componenta greutatii in lunecarea pe panta de zbor. Este situatia zborului cu planorul.

Daca se continua accentuarea pantei de zbor, se va ajunge in situatia in care zborul se desfasoara cu o continua crestere a vizezei, respectiv, von fi in situatia unui zbor accelerat.

Daca pentru zborul planorului nu sunt probleme in aceasta situatie, pilotul avand la dispozitie franele aerodinamice, care au rolul de a mari componenta rezistentei la inaintare, pilotul avionului este in situatia in care poate reduce eventual partial aceasta accelerare prin scoaterea trenului, dupa care, pentru a evita depasirea vitezei maxim admise (VNE), trebuie sa micsoreze panta de zbor.

Fig 2.14.

Fig 2.15.

Cresterea pantei de zbor este necesara in faza de aterizare, pentru a se evita depasirea aerodromului.

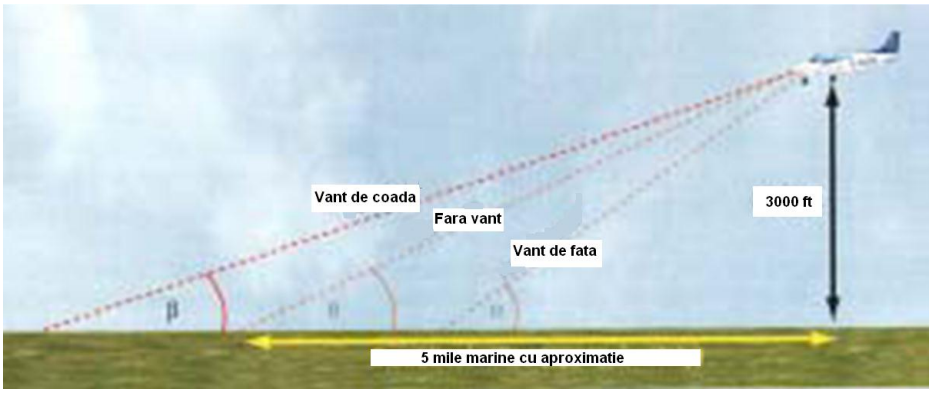


Fig 2.16.

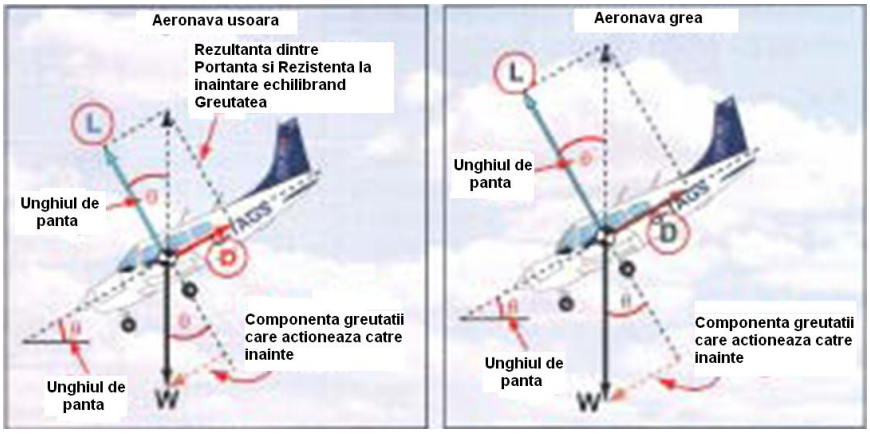

Aeronava usoara
Rezultanta dintre Portanta si Rezistenta la inaintare echilibrand Greutatea
Unghiul de panta
Componenta greutatii care actioneaza catre inainte
Unghiul de panta
Aeronava grea
Unghiul de panta
Componenta greutatii care actioneaza catre inainte
Unghiul de panta

Fig 2.17.

2.2.2 Utilizarea flapsurilor

Flapsul este definit ca fiind dispozitivul de hipersustentatie cu ajutorul caruia se modifica curbura aripii sau se mareste suprafata acesteia cu scopul de a se mari coeficientii aerodinamici de portanta, in special la decolare si aterizare.

Utilizarea flapsurilor la zborul cu avionul

La aterizare, datorita bracarii flapsurilor, se creaza momente de picaj, care cauta sa micsoreze unghiul de incidenta si care se anuleaza din ampenajul orizontal.

Prin utilizarea flapsurilor se realizeaza o scadere a finetei aerodinamice la zborul fara tractiune, constituind o metoda de inrautatire a parametrilor de zbor la aterizare. Datorita reducerii finetei aerodinamice cu flapsul bracat se impune ca scoaterea flapsului sa se efectueze in pozitia din care in situatia unei cedari a

motorului sa se poata ateriza pe aerodrom, cu trecerea in siguranta peste obstacole existente in zona de efectuare a pantei de aterizare.

De asemenea, la decolare, in situatia unei pene de motor se recomanda sa nu se utilizeze flapsul (sa fie pe pozitia „0") in vederea asigurarii unei finete maxime necesare aterizarii pe terenul ales.

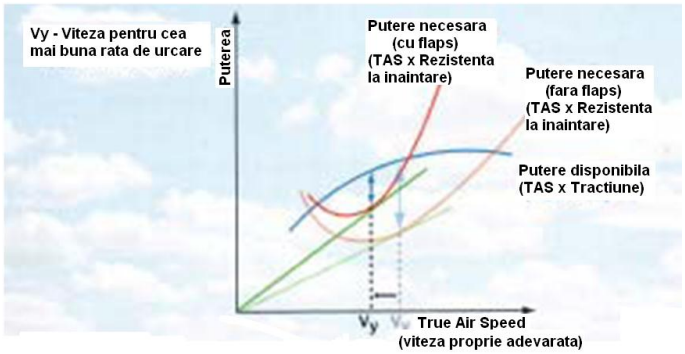

Vy - Viteza pentru cea mai buna rata de urcare
Puterea
Putere necesara (cu flaps) (TAS x Rezistenta la inaintare)
Putere necesara (fara flaps) (TAS x Rezistenta la inaintare)
Putere disponibila (TAS x Tractiune)
Vy
True Air Speed (viteza proprie adevarata)

Fig 2.18.

Avand in vedere ca utilizarea flapsului produce o modificare a unghiului de incidenta, pentru a se evita atingerea unghiului critic sau pentru a se evita o „infundare" a avionului prin scaderea de portanta, se recomanda ca acesta sa fie manevrat cu atentie prin efectuarea unei comenzi line si continue.

Daca manevra se executa corect, traiectoria avionului se va modifica ca in figura urmatoare.

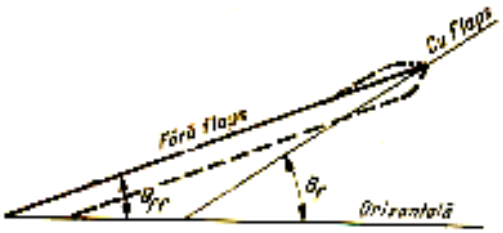


Fig 2.19.

Ca efect al utilizarii flapsului se va modifica si distanta parcursa in zbor pentru aterizare cu trecerea peste un obstacol.

Fig 2.20.

Din figura se observa faptul ca aterizarea fara utilizarea flapsului necesita un spatiu mare, care se micsoreaza pe masura ce flapsul este uztilizat in procedura de aterizare.

De asemenea, utilizarea flapsului are influenta si asupra spatiului parcurs dupa luarea contactului cu solul, in sensul ca acest spatiu se micsoreaza, avand in vedere faptul ca viteza minima de zbor in aceata situatie este mai mica decat la zborul fara flaps.

Utilizarea flapsurilor la zborul cu planorul

Flapsurile fac parte din categoria dispozitivelor de hipersustentatie care se utilizeaza in planorism in special la decolare si aterizare, dar si pentru exploatarea curentilor termici situatie in care se cauta ca viteza de zbor a planorului sa fie mai mica. In felul acesta urcarea in curentul ascendent realizandu-se in zona in care valorile acestuia sunt maxime.

Pentru a putea mari coeficientul C_{zmax}, este necesar sa se evite pe cit posibil scurgerea turbionara pe extradosul aripii si sa se faca eventual alte modificari geometrice pe profil, care sa aduca dupa sine marirea coeficientului de portanta maxim.

Desi au o utilizare larga la avioane pentru ameliorarea caracteristicilor de decolare si in special de aterizare, voletul de curbura (care la planoare are mai ales rolul de a ameliora caracteristicile in spirelare) s-a introdus relativ greu in constructia planoarelor. Utilizate mai intai la cateva prototipuri, s-a vazut ca ele (pe langa dezavantajele de cost si greutate) prezinta avantaje in exploatarea planoarelor, in special in mana unui pilot de performanta cu experienta.

Marea majoritate a dispozitivelor mecanice pentru marirea coeficientului C_{zmax} la planoare se rezuma la diferite tipuri de voleti.

In figura urmatoare este reprezentat spectrul aerodinamic in cazul voletului de intrados bracat.

Fig 2.21. Spectrul aerodinamic in cazul voletului bracat

In acest caz intre volet si aripa se formeaza o zona de depresiune care aspira vartejurile de pe extradosul aripii, marind viteza pe extrados si micsorand presiunea.

Influenta voletilor de curbura asupra coeficientilor aerodinamici se poate urmari foarte bine pe polara aripii, la diferite bracaje. Dupa cum se poate constata, cele mai bune rezultate se obtin cu voletul Fowler, care este o aripioara auxiliara prinsa la bordul de fuga pe intrados. Caracteristic pentru acest volet este deplasarea spre inapoi, insotita de o coborare si bracare. Aceasta

modificare a profilului determina cresterea portantei maxime Czmax, in functie de unghiul de bracaj. Totodata se poate constata, dupa curba e=f(β) trasata.

Puternica variatie a centrului de presiune, care la acest sistem de volet se deplaseaza foarte mult spre spate (se poate ajunge la peste 50% din coarda).

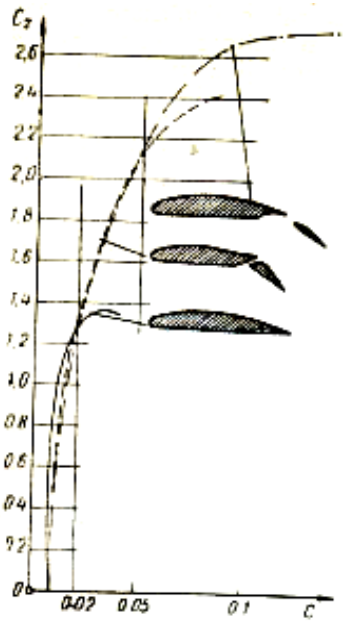


Fig 2.22. Modificarea polarei aripii sub influenta voletilor de curbura

Daca prin utilizarea voletilor la aripile de avion se urmareste obtinerea unei portante maxime la aterizare, in ce priveste utilizarea voletilor la aripile de planor in afara scopului de obtinere a unei portante maxime la aterizare, cel mai important scop al voletilor este obtinerea unui raport C^2z/C^2x, pentru imbunatatirea calitatilor in spirala.

2.2.3 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de coborare

Efectul solului asupra zborului planorului

Interferenta este actiunea reciproca a elementelor planorului. La calcularea rezistentei totale a planorului se tine seama de aceasta rezistenta suplimentara prin adaugarea la rezistenta totala a unui procent de 10-20%. In general, acest procent suplimentar depinde de masura in care elementele planorului se inflluenteaza reciproc. Uneori coeficientul rezultant al ambelor componente este mai mare, alteori mai mic.

Efectul de sol este de asemenea o interferenta. La trecerea planorului la o mica inaltime deasupra solului (in perioada de “filare” la aterizare, la evolutia acrobatica de "trecere la rasul solului" etc.), caracterul scurgerii intre intradosul aripii si sol primeste un aspect special, diferit de scurgerea normala.

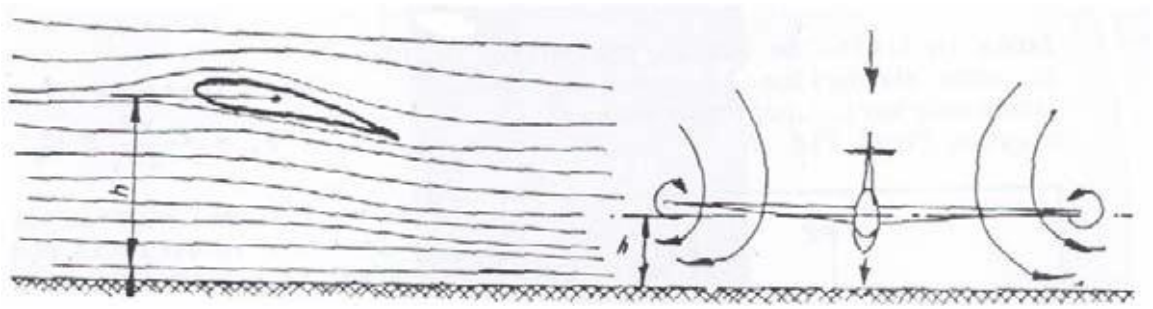


Fig 2.23. Efectul de sol

Se cunoaste ca in spatele aripii curentul de aer este deflectat in jos. Cand planorul zboara departe de sol, deflexiunea curentului de aer se poate face fara nici o piedica.

In imediata apropiere a solului fileurile de aer sunt aproximativ orizontale, iar curentul nu are posibilitatea de deflexiune (de coborare), ca atunci cand planorul zboara mai sus.

Daca deflexiunea curentului va fi mai mica, evident ca si rezistenta indusa F_{xI} si unghiul indus vor fi mai mici. In Fig 2.25 este reprezentata variatia raportului rezitstentei induse la sol si rezistentei induse la inaltime, in functie de raportul: inaltimea planorului fata de sol si anvergura planorului (deci la cate anverguri inaltime se gaseste planorul fata de sol).

Se poate constata ca, daca planorul zboara la o inaltime mai mare de aproximativ 0,5 din anvergura (deci practic aproximativ 5-8 metri), efectul de sol este neglijabil.

In conformitate cu curba trasata in Fig 2.24., efectul de sol se va simti cu atat mai mult cu cat anvergura planorului va fi mai mare; De asemenea, acest efect se va manifesta mai intens la planoarele cu aripi mediane, decat la planoarele cu aripa sus, deoarece cota h se refera la inaltimea aripii fata de sol, iar aceasta - in timpul aterizarii sau filarii - este cu atat mai mica, cu cat aripa planorului este plasata mai jos fata de fuzelaj. Rezultatul micsorarii rezistentei induse este, imbunatatirea finetii planorului. De asemenea, efectul de diuza intre sol si aripa produce marirea portantei. Cele aratate mai sus fac ca, in apropierea solului, aripa planorului sa se comporte ca o aripa cu alungire marita, avand polara deplasata spre stanga fata de polara corespunzatoare zborului normal.

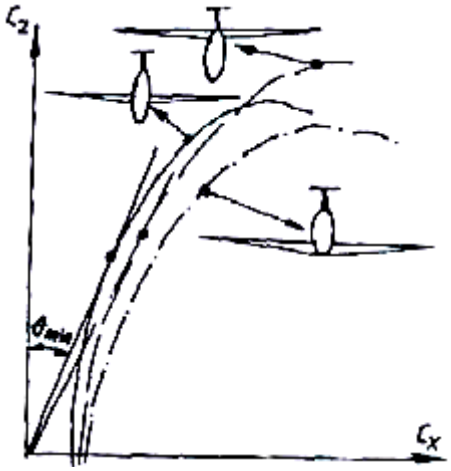


Fig 2.24. Variatia polarei in functie de montarea aripii

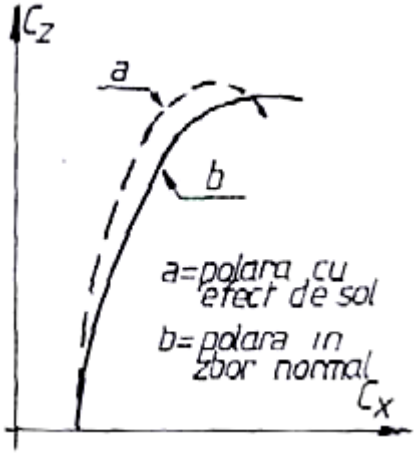


Fig 2.25. Modificarea polarei la aparitia efectului de sol

Efectul de sol se simte mai pronuntat pe timp linistit decat atunci cand se aterizeaza cu vant de fata puternic. In apropierea solului viteza vantului scade de ohicei destul de brusc (strat limita). Din aceasta cauza planorul trebuie accelerat fata de aer, respectiv la redresare viteza trebuie mai putin redusa. Aceasta marire de viteza inseamna si marire de rezistenta, deci scaderea finetii.

In cazul utilizarii la aterizare a voletilor de curbura sau a franelor aerodinamice, rezistenta mare suplimentara creata inrautateste intr-atat cifra de finete a planorului, incat efectul de sol se face foarte putin simtit.

Efectul solului asupra zborului avionului

Pentru avioane, efectul de sol se face foarte putin simtit, avand in vedere anvergura redusa a acestora, si in special la avioanele cu aripa sus. Precizam ca, la avioanele cu aripa jos, (spre exemplu avionul Zlin 726) efectul de sol se simte destul de bine, ceea ce determina ca aterizarea cu acest tip de avion sa fie asemanatoare cu aterizarea unui planor, respectiv aterizarea se caracterizeaza prin faptul ca acest tip de avion fileaza foarte mult, ceea ce determina ca la aterizare, ori terenul este degajat, ori este destul de lung pentru a ateriza.

Efectul orografiei

Orografia este ramura geografiei fizice, care se ocupa cu studiul formelor de relief (dupa altitudine).

In activitatea de zbor, la aterizare, forma reliefului intereseaza pentru a se evita in procedura de zbor pe panta de aterizare, eventualele coliziuni cu obstacolele de pe sol. Aceste obstacole au o importanta esentiala in special la avioanele caracterizate cu o finete buna, situatie in care panta de aterizare este lunga, iar panta de aterizare incepe de la o distanta mai mare de aerdrom, ceea ce determina o eventuala coliziune cu obstacolele de pe sol.

Efectul pantei de coborare

Daca pentru activitatea de zbor cu planorul panta de coborare are o influenta foarte mica asupra caracteristicilor aterizarii, pilotul planorist avand posibilitatea de a strica caracteristicile planorului prin utilizarea franelor aerodinamice, in cazul zborului cu avionul, panta de aterizare constituie un element determinant in vederea aterizarii pe aerodrom.

2.3 Zborul

Zborul orizontal

Conditiile zborului orizontal:

a) Inltimea constanta (H = ct.), deci densitatea aerului =ct. (ρ = ct.);

b) Viteza constanta (V = ct.).

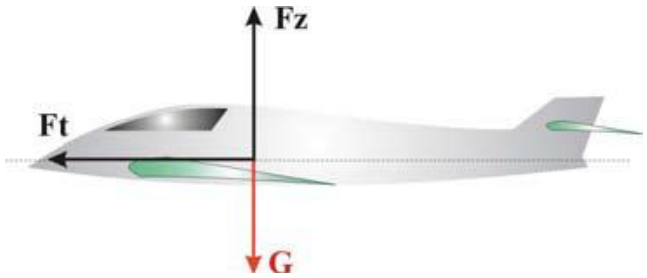


Fig 2.26. Echilibrul fortelor la zborul orizontal

Pentru H=ct.: portanta (F_z) trebuie sa fie egala cu greutatea (G).

$$Fz = G = \frac{\rho}{2} V_0^2 \cdot A \cdot Cz$$

Pentru V =ct.: forta de tractiune (F_t) trebuie sa fie egala cu rezistenta la inaintare (F_x).

$$Ft = Fx = \frac{\rho}{2} V_0^2 \cdot A \quad Cx$$

In aceste relatii, greutatea (G) este cunoscuta iar densitatea (ρ) depinde de presiunea atmosferica (p_a in mmHg) si temperatura absoluta (T°K =t°C-273°).

Dependenta caracteristicilor de zbor in functie de unghiul de incidenta.

Caracteristicile de zbor ale unei aeronave sunt determinate de valorile unghiului de incidenta (α) la care se executa zborul respectiv.

El defineste valorile coeficientilor C_z si C_x pentru un anumit profil aerodinamic.

Caracteristicile de zbor ale unui anumite aeronave depind si de raportul dintre C_z si C_x, numita si finete aerodinamica (K).

$$K = C_z / C_x.$$

Aceasta variaza dupa o curba, in functie de unghiul de incidenta.

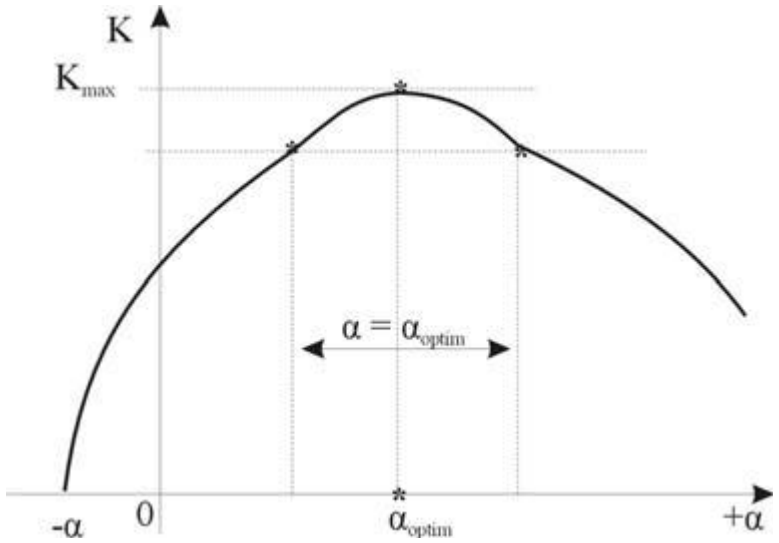


Fig 2.27.

Unghiul pentru care finetea este maxima, se numeste „unghi de incidenta optim” (α optim). Coeficientii aerodinamici C_z si C_x se pot reprezenta, inglobati in diagrama polara a avionului, formata de fapt din valorile comune fiecarui unghi de incidenta scoase din curbele polare.

Zburand cu anumite unghiuri de incidenta pe o traiectorie data, aeronava realizeaza performante proprii posibile – performante care nu se pot repeta la alte unghiuri de incidenta.

Din context se poate numi ca viteza de zbor ($V_{zb.}$) este un „traductor” al unghiului de incidenta a zborului orizontal.

Unghiul de incidenta prestabilit pentru un zbor orizontal, se realizeaza zburand cu viteza necesara (V_n) realizarii unghiului respectiv (α optim).

Unghiul de calaj al aripii pe fuselaj

Necesitatea reducerii la maxim a rezistentei la inaintare (F_x) parazitare a fuselajului, impune ca la regimul de zbor cel mai utilizat (in functie de destinatia aeronavei) axul aerodinamic al fuselajului sa ramana paralel cu traiectoria de zbor.

Pentru indeplinirea acestui lucru se „caleaza” aripa pe fuselaj, la un unghi corespunzator unghiului de incidenta, pentru asigurarea zborului orizontal, in functie de destinatia aleasa.

Este evident ca dupa fixare, utilizarea aeronavei pentru alte configuratii de zbor se impune a fi facuta cu inrautatirea substantiala a caracteristicilor de zbor – un nou regim de zbor va deveni „permanent”! – uneori pentru ameliorarea acestor situatii se poate utiliza bracarea flapsurilor, pentru a reduce unghiul de incidenta pe traiectorie.

2.3.1 Relatia dintre puterea necesara si puterea disponibila

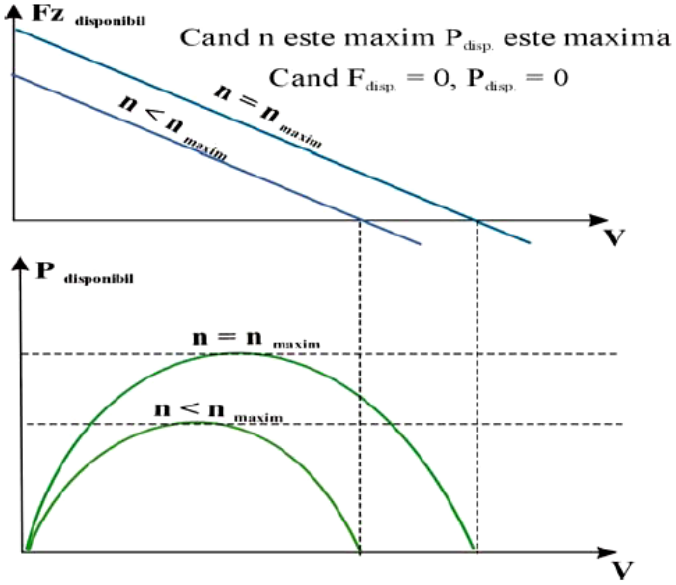


Fig 2.28. Graficul de variatie a puterii motorului cu inaltimea.

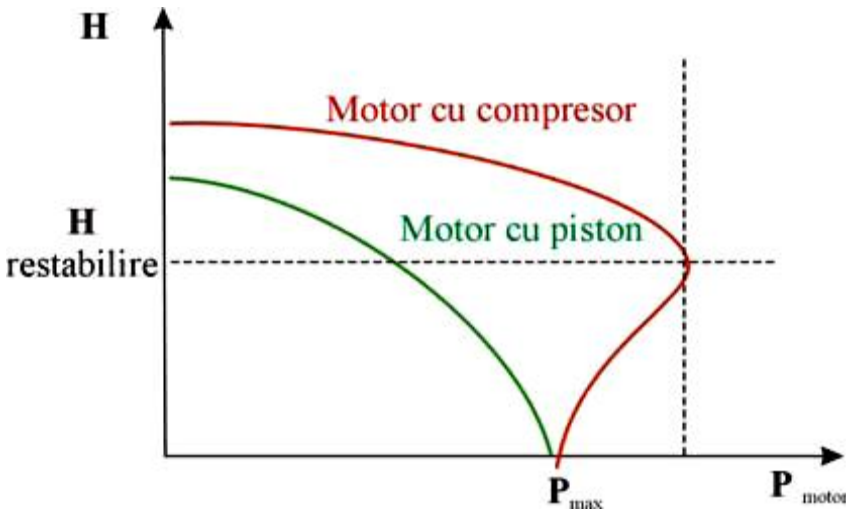


Fig 2.29.

Pentru motorul cu piston, fara compresor, puterea motorului este maxima la sol. Pe masura ce inaltimea (H) creste puterea motorului scade. La o anumita inaltime de zbor puterea motorului va fi 0.

Pentru motorul cu piston cu compresor, puterea motorului creste pana la o anumita inaltime (inaltimea de restabilire – $H_{restabilire}$ –), dupa care puterea motorului scade cu cresterea inaltimii.

Motorul cu piston cu compresor zboara la o inaltime (H) mai mare decat motoarele fara compresor.

$H_{restabilire}$ este avantajoasa pentru zbor, deoarece aici puterea motorului este maxima.

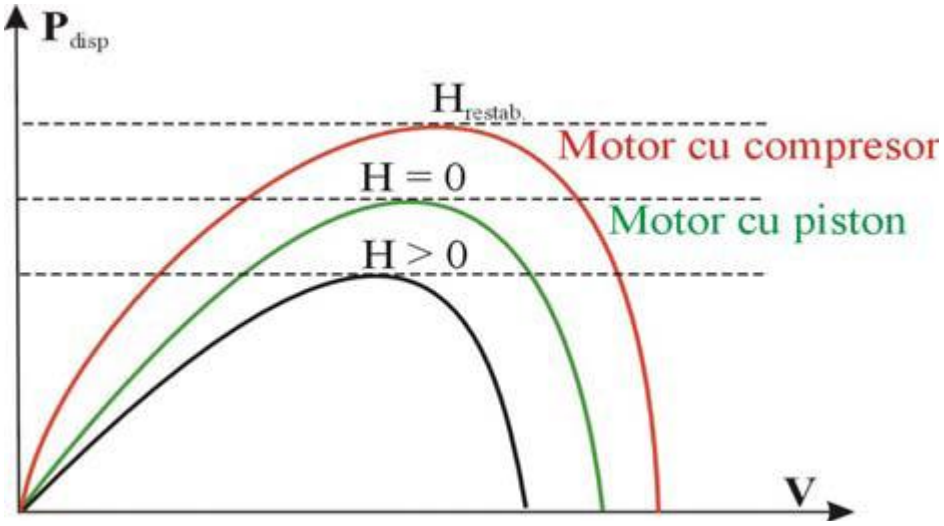


Fig 2.30. Graficul de variatie al puterii disponibile cu viteza.

2.3.2 Diagrama de performante a aeronavei

Caracteristicile de zbor ale unui avion sunt in esenta determinate de valorile unghiului de incidenta la care se executa zborul respectiv. Unghiul de incidenta determina valorile coeficientilor C_x si C_z pentru un anumit avion.

$$C_x = f_1(\alpha_i); \qquad C_z = f_2(\alpha_i)$$

$$K = \frac{C_z}{C_x} = f_3(\alpha_i).$$

Coeficientii aerodinamici C_z si C_x se pot reprezenta intr-o diagrama polara formata de fapt din valorile comune fiecarui unghi de incidenta scoase din curbele C_z functie de unghiul de incidenta si C_x functie de unghiul de incidenta. Aceasta diagrama permite citirea valorilor C_z in functie de (C_z) si apoi a valorilor K din curba $K = f_2(C_z)$ trasata pe aceeasi diagrama polara.

Zburand cu anumite unghiuri de incidenta pe o traiectorie orizontala (altitudine constanta), avionul realizeaza anumite performante proprii posibile si care nu se mai pot repeta si la alte unghiuri.

Dificultatea realizarii zborului la anumite caracteristici de care este capabil un avion oarecare consta chiar in instalarea unghiului de incidenta cunoscut, din cauza lipsei unui aparat de bord destinat acestui scop.

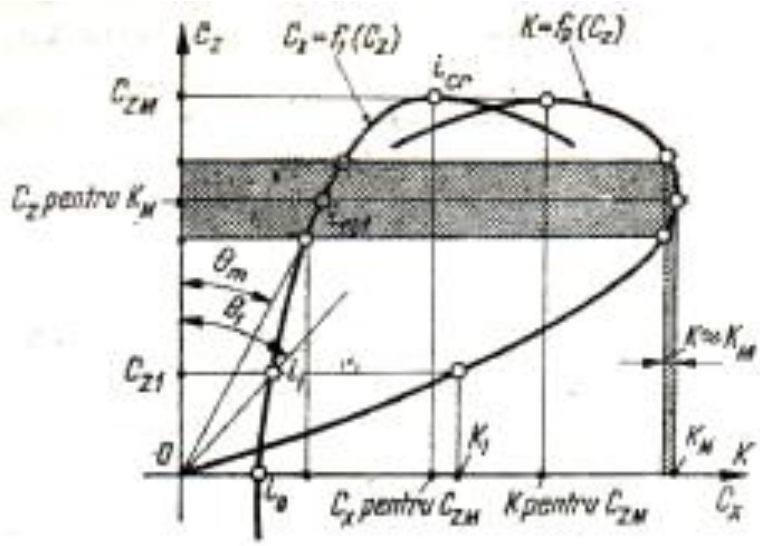


Fig 2.31. Curba polara a avionului

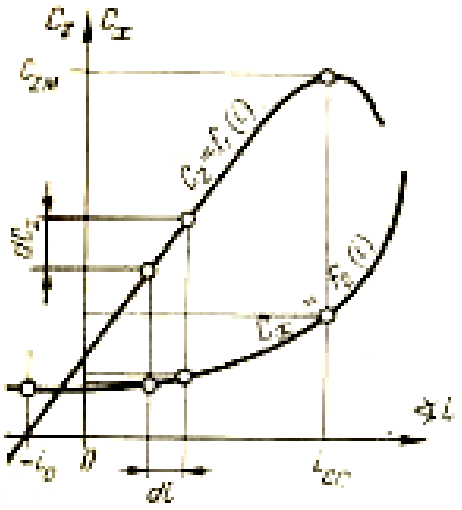


Fig 2.32. Curbele C_z si C_x in functie de i

2.3.3 Panta maxima si incidenta maxima

Urcarea este miscarea uniforma si rectilinie ce o executa o aeronava pe o traiectorie ascendenta.
Conditii:
- $G_1 = G\cos\theta_u$;
- $G_2 = G\sin\theta_u$.

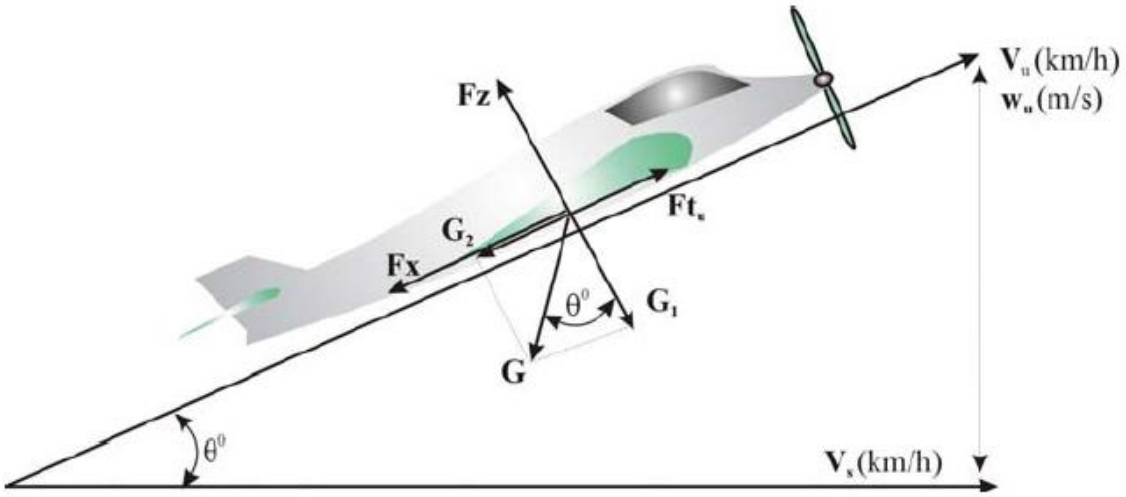


Fig 2.32. Zborul in urcare

unde:
G = greutatea aeronavei;
F_z = forta portanta;
F_x = forta de rezistenta la inaintare;
F_{tu} = forta de tractiune (urcare);
θ = unghiul de urcare; - unghiul format de directia avionului cu directia vitezei pe traiectorie.
$F_{tu} = F_z + G_2 = F_z + G\sin\theta = (\rho V^2 / 2) SC_x + G\sin\theta$;
$F_z = G\cos\theta = (\rho V^2 / 2) SC_z$;
S = suprafata aripii;
ρ = densitatea aerului;
C_z = coeficientul de rezistenta la inaintare;
C_x = coeficientul de portanta.

Pentru mentinerea vitezei de urcare constanta este necesar sa se realizeze $F_{tu} = F_z + G_2$;
unde G_2 este completat de suplimentul de tractiune ΔF_t, necesar pentru a mentine aeronava pe panta.

Avem trei viteze pe panta de urcare:
V_u = viteza indicata de aparat pe traiectoria de urcare (vitezometru – km/h);
V = componenta orizontala a lui V_u (viteza fata de sol – km/h);
W_u = viteza ascensionala, citita la variometru (m/s).

Factori de influenta:

a) Greutatea; daca greutatea creste, rezulta ca si viteza de urcare (V_u) va creste.
b) Inaltimea; daca inaltimea (H) creste, ρ va scade de unde rezulta ca viteza de urcare (V_u) va creste.
c) Incidenta; daca unghiul de incidenta (α) creste, C_z va creste, de unde rezulta ca viteza de urcare (V_u) va scade.
d) Unghiul de panta (θ); daca unghiul de panta creste va rezulta o scadere a vitezei de urcare (V_u).

Unghiul de panta depinde numai de valoarea excedentului de tractiune (ΔF_t), la o anumita greutate (G) de zbor. Valoarea acestuia la diferite viteze de zbor se pune in evidenta prin suprapunerea curbelor de variatie a tractiunii necesare pentru o greutate (G) si o inaltime (H) constante si a tractiunii disponibile pentru toata gama unghiurilor de incidenta (α).

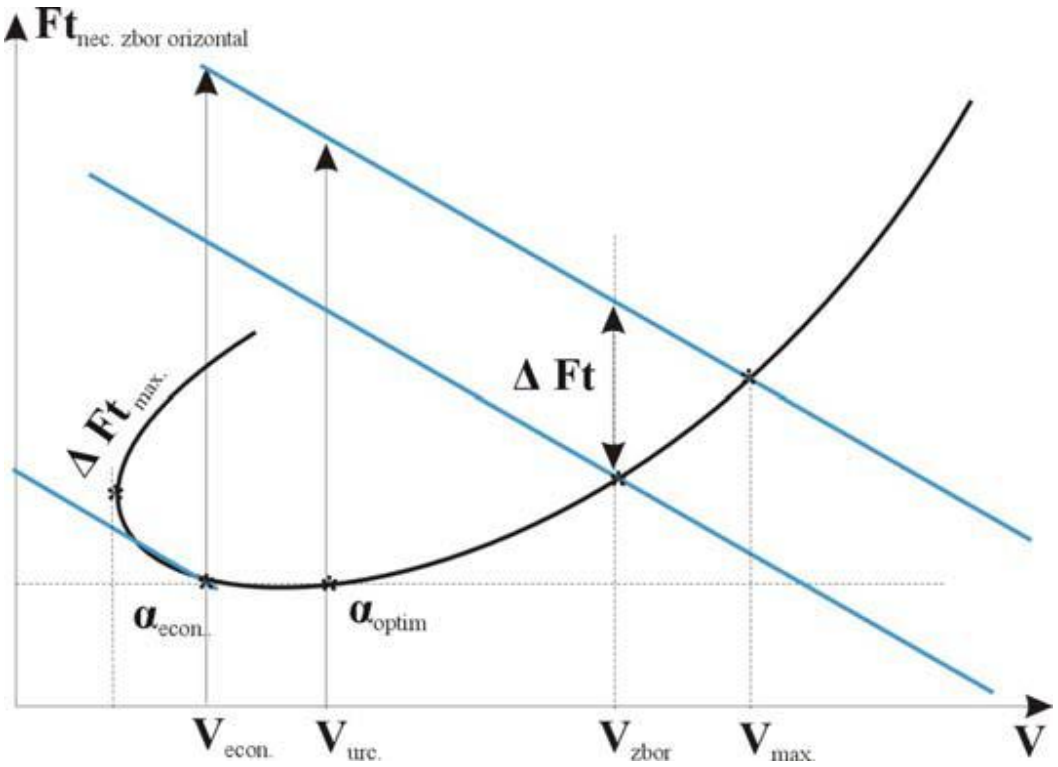


Fig 2.33.

Din acest grafic se observa ca excedentul maxim de tractiune ($\Delta F_{tmax.}$), se obtine la zborul cu incidenta economica, daca se executa urcarea cu motorul la regim maximal, tinand din mansa viteza de urcare dupa vitezometru, se va realiza unghiul de panta maxim.

Daca greutatea creste va creste (G ↑), va creste si forta de tractiune de urcare ($F_{tu.}$↑) si excedentul de putere.

2.3.4 Distanta si durata maxima de zbor

Distanta si durata de zbor pentru o aeronava depinde in totalitate de cantitatea de carburant ce o poate lua la bord la decolare, precum si de consumul orar / km parcurs de carburant.

Alegerea regimului optim al autonomiei de zbor (viteza si inaltimea de zbor), sau determinarea conditiilor optime de functionare a grupului motopropulsor la un regim dat, este o problema de care depinde distanta si durata de zbor.

Pentru calculul carburantului necesar pe un traseu ales se va tine cont de capacitatea rezervorului / rezervoarelor de carburant, de consumul specific pentru decolare si aterizare, de consumul de carburant necesar pentru urcarea la altitudinea / inaltimea prescrisa / autorizata pentru zbor precum si de consumul de carburant necesar zborului de asteptare si tur de pista la aterizare.

Zburand cu diferite viteze se influenteaza in mod substantial autonomia de zbor deoarece viteza optima este influentata de unghiul de atac.

2.3.5 Efectul configuratiei, masei, temperaturii si altitudinii

Efectul masei

Examinand influenta greutatii asupra consumului de carburant, ne vom convinge ca aceasta difera in functie de regimul de zbor

Pentru aceasta aratam faptul ca, zburand la un regim maxim al motorului/vitezei de zbor, greutatea avionului nu va influenta viteza/consumul de carburant, avand in vedere ca motorul este la regim maxim.

Deci consumul de carburant pe unitatea de timp / spatiu ramane aceeasi indiferent de greutate.

Daca insa zburam la un regim apropiat de finetea maxima, variatia greutatii se manifesta in sensul ca pe masura ce creste greutatea va creste si consumul de carburant.

Efectul altitudinii

Variatia inaltimii de zbor influenteaza in primul rand asupra consumului de carburant in timpul urcarii. Dar in cazul zborului la viteza optima (a carei valoare la vitezometru nu se modifica), autonomia de zbor se va reduce putin.

Zborul la regimul optim aduce odata cu marirea inaltimii si o crestere corespunzatoare a vitezei efective, astfel ca la aceeasi viteza indicata la vitezometru, zborul la inaltime mai mare va fi, de regula, mai economic.

Efectul temperaturii

Temperatura are influenta asupra zborului. Astfel, pentru asigurarea parametrilor motorului, pe timp calduros trebuie sa se zboare cu voletii radiatoarelor de racire a motorului si a uleiului deschise, ceea ce determina o crestere a consumului de carburant, respectiv o reducere a autonomiei de zbor.

De asemenea, pe timp calduros se modifica densitatea aerului ceea ce va determina o influenta importanta in ce priveste obtinerea vitezei de decolare, a vitezei de zbor, precum si a vitezei de aterizare, astfel ca si consumul de carburant se mareste, ceea ce determina o micsorare a autonomiei de zbor.

Efectul configuratiei avionului

Configuratia avionului are o importanta esentiala in ce priveste cantitatea de carburant consumata pentru deplasarea avionului la o anumita viteza de zbor.

Astfel prin scoaterea trenului si bracarea voletilor, la aterizare, se mareste coeficientul C_x, ceea ce determina o crestere a rezistentei la inaintare, cu consecinta cresterii de carburant.

In ce priveste zborul planorului, prin modificarea configuratiei de zbor se va modifica finetea acestuia, astfel, la scoaterea trenului de aterizare se va mari rezistenta la inaintare (coeficientul C_x, cu consecinta micsorarii finetei planorului.

Acelasi fenomen se va produce si in momentul in care se bracheaza flapsul, sau se scoate frana aerodinamica.

2.3.6 Scaderea performantelor pe timpul virajului in urcare

Virajul este un caz concret de marire comandata a unghiului de incidenta, pornind de la cel necesar la zborul orizontal initial, combinat cu schimbarea necomandata a unghiului de incidenta (in timpul inscrierii si scoaterii din viraj).

Fortele in viraj:

Intr-un viraj oarecare apare forta centrifuga (ca raspuns la o forta centripeta „de comanda”), orientata pe directie si in sensul prelungirii razei virajului, a carei valoare rezulta din relatia:

$$Fc = \frac{G}{g} \quad \frac{V_v^2}{R_v} \quad \text{(kgf) (forta de inertie)}$$

Unde,

G = greutatea avionului (kgf);

R_v = raza virajului (m);

V_v = viteza de viraj (m/s);

g = acceleratia gravitationala (9,81 m/s2)

F_c = forta centripeta „de comanda”; aceasta forta se compune geometric cu greutatea avionului (G) si da o forta rezultanta F_R care este in orice caz mai mare decat greutatea (G) si care este inclinata cu un unghi (β) fata de directia fortei G.

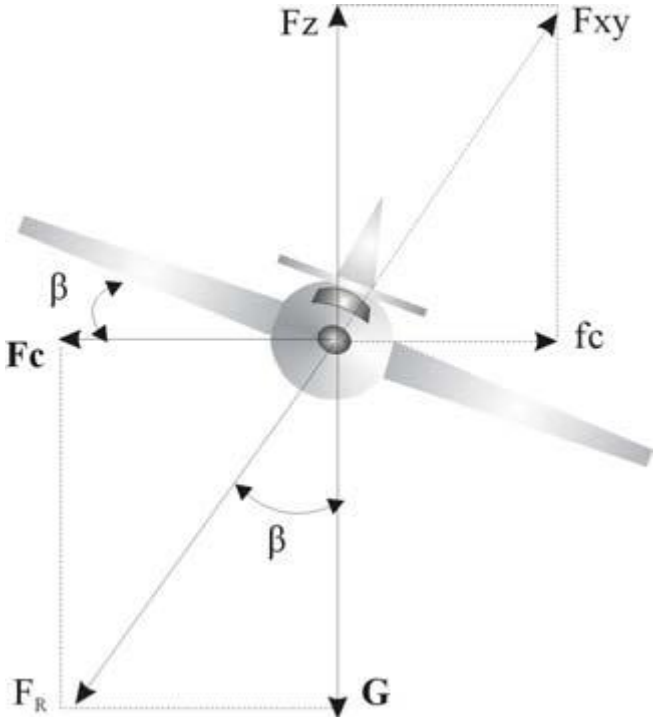


Fig 2.34. Fortele in viraj

Factori de influenta:

a) greutatea;
b) forta centripeta;
c) forta portanta;
d) forta de tractiune.

Parametrii virajului:

a) viteza de viraj;
b) unghiul de inclinare (β);
c) raza de viraj;
d) tractiunea necesara virajului (Ft viraj);
e) puterea necesara virajului (P viraj);
f) timp de viraj.

Virajul corect este virajul la care viteza aeronavei pe traiectorie este constanta in modul, inaltimea (H) si unghiul de inclinare. Traiectoria unui astfel de zbor va fi o circumferinta.

Conditiile virajului corect (uniform): practic inscrierea intr-un viraj corect se face intr-un plan orizontal (w = 0), cu viteza anterioara virajului si care tot timpul virajelor uzuale ramane constanta (V_v = ct.), datorita inertiei si finetei aerodinamice a aeronavei (corect se va mari si tractiunea); de asemenea raza virajului este constanta (R_v = ct.).

Ecuatiile de echilibru sunt:
$F_c = G$;
$F_{xy} = F_c$;
$F_t = F_x$.

Performantele in timpul virajului in urcare se modifica in sensul scaderii acestora datorita faptului ca la zborul in viraj forta aerodinamica necesara este mai mare fata de forta aerodinamica la zborul orizontal, aceasta fiind direct proportionala cu unghiul de inclinare a avionului in viraj.

2.3.7 Planarea

Caracteristicile zborului planat la zborul cu avionul

Zborul planat cu avionul se efectueaza in general pentru a se pierde inaltime in anumite situatii de zbor si totdeauna pentru a se realiza aterizarea dupa efectuarea misiunii de zbor.

Daca la o pierdere intentionata de inaltime in timpul zborului in zona sau pe traseu, caracteristica zborului planat nu are o importanta esentiala pentru a fi studiata, la zborul in vederea aterizarii are o importanta esentiala avand in vedere ca in functie de caracteristica acesteia vom efectua o aterizare corecta sau vom fi nevoiti sa efectuam o ratare.

Panta pe durata aterizarii este conditionata de utilizarea tractiunii in mod optim, pentru ca traiectoria fata de pista de aterizare sa fie cea corecta.

Conditiile zborului planat sunt:

a) panta de planare sa fie constanta (unghiul de planare θ sa fie constant);
b) viteza pe traiectoria de planare sa fie constanta (V_p = constant).

Pentru ca panta θ sa fie constanta este necesar ca fortele sa fie in echilibru, respectiv:

$$F_z = G \cos \theta_p = \frac{\rho v_p^2}{2} S C \quad (Kgf)$$

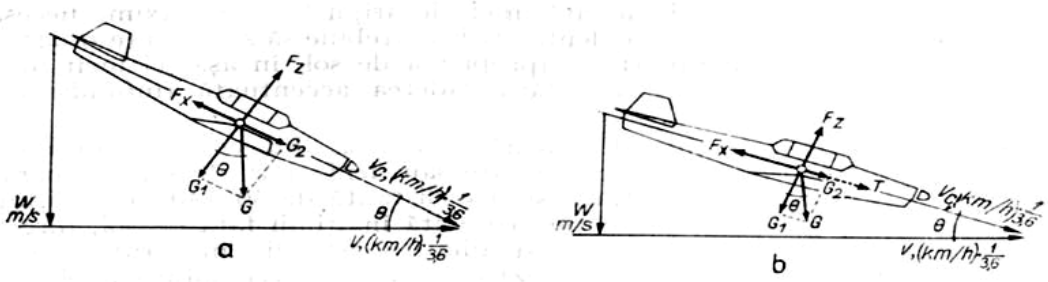


Fig. 7.16. Forţele principale care acţionează asupra avionului pe panta de coborîre:
a — coborîrea cu $T = 0$; $F_x = G_2$; $F_z = G_1$; $\operatorname{tg}\theta = F_x/F_z = C_x/C_z = 1/(C_z/C_x) = 1/K$; $\operatorname{tg}\theta_m = 1/K_M$, rezultînd $D_M = HK_M$, K_M fiind fineţea aerodinamică maximă, D_M — distanţa maximă de planare, H — înălţimea de planare; zburînd cu V_{opt} se obţine θ_m, deci D_M; *b* — coborîrea cu $T > 0$ (motor redus); $F_x = T + G_2$; $F_z = G_1$; $\operatorname{tg}\theta = (1/K) - (T/G)$, cu cît traeţiunea T este mai mare, cu atît $\operatorname{tg}\theta$ este mai mică, deci θ mai mic.

Fig 2.35. Fortele care actioneaza asupra avionului in zborul planat

Caracteristicile zborului planat la zborul cu planorul

Considerand un planor in zbor planat uniform, astfel cum este prezentat in figura urmatoare, vom constata ca fortele care actioneaza asupra planorului sunt:
F_z (kgf) – forta portanta;
F_x (kgf) – forta de rezistenta la inaintare;
G (kgf) – greutatea planorului

De asemenea, vitezele care se analizeaza in determinarea performantelor planorului sunt:
V (m/sec.) – Viteza de zbor – de drum – de inaintare;
W (m/sec.) – viteza de infundare – de cadere.

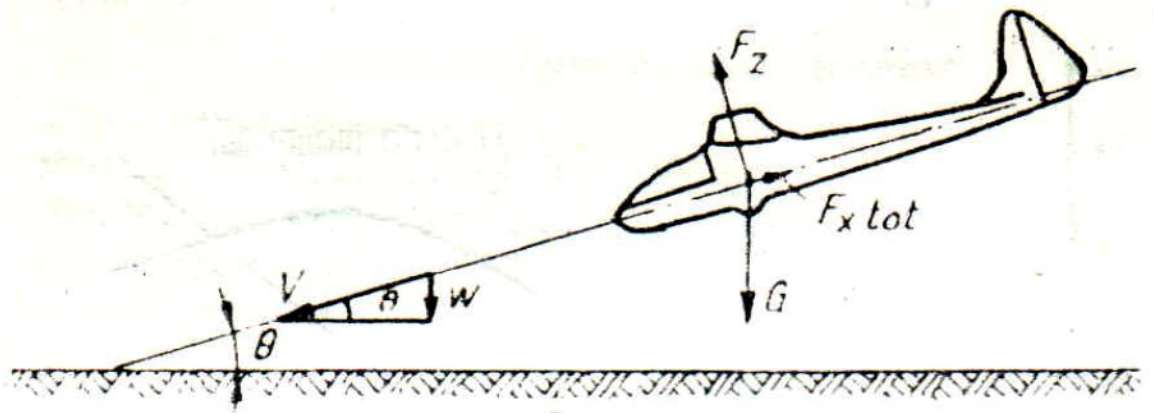


Fig 2.36. Unghiul de planare

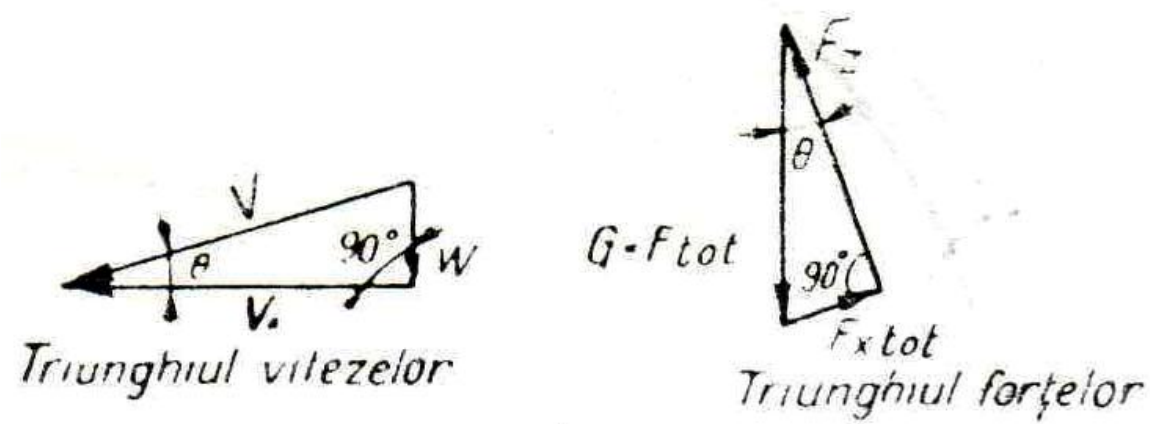


Fig 2.37. Triunghiul vitezelor si al fortelor

Zborul planat al planorului este un zbor cu o pierdere permanenta de inaltime. Din acest motiv, zborul planorului poate fi considerat asemanator cu alunecarea unui corp mobil pe un plan inclinat. Acest lucru se datoreaza faptului ca pentru a asigura viteza necesara zborului, planorul se pune pe o panta de coborare, astfel incat o componenta a greutatii G_2 sa constituie forta de tractiune necesara, anuland rezistenta la inaintare.

Pentru ca zborul sa se execute uniform (viteza sa fie constanta, trebuie ca unghiul de panta sau unghiul de planare *q*, sa fie constant fapt care duce la urmatorul echilibru de forte.

Pe de alta parte, unghiul *j* = *q* ca unghiuri cu laturile perpendiculare, dar in triunghiul ABC:

$$G_1 = F_z \quad F_z = \frac{\rho}{2} v^2 S C_z \quad G_1 = \cos\varphi \frac{\rho}{2} v^2 S C_z = G_{\cos\varphi}$$

$$G_2 = F_x \quad F_x = \frac{\rho}{2} v^2 S C_x \quad G_2 = \sin\varphi \frac{\rho}{2} v^2 S C_x = G_{\sin\varphi}$$

$$\tan\varphi = \frac{F_{x\,tot}}{F_{z\,tot}} = \frac{\frac{\rho}{2} S v^2 C_{x\,tot}}{\frac{\rho}{2} S v^2 C_{z\,tot}} = \frac{C_{x\,tot}}{C_{z\,tot}} = \frac{1}{K}, \text{ unde}$$

K *este finetea planorului*

$$\tan\theta = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{S}$$

unde:
- *H* = inaltimea la care incepe planarea;
- *S* = distanta parcursa la sol in timpul planarii,

iar in triunghiul vitezelor:

$$tan\ \theta = \frac{w}{v_s} \approx \frac{w}{v},$$

(deoarece *q* este mic *v* » *vs*)
unde:
- *w* = viteza de coborare citita de pilot la variometru;
- *v* = viteza citita de pilot la vitezometru si transformata in m/s, considerandu-se vantul nul.

In concluzie, putem scrie sub forma unui sir de rapoarte egale, urmatoarele:

$$tan\ \varphi = \frac{F_{x\,tot}}{F_{z\,tot}} = \frac{C_x}{C_z} = \frac{1}{K} = \frac{H}{S} = \frac{w}{v} = tan\ \theta$$

Toate performantele planorului in zbor sunt determinate atat de exploatarea curentilor ascendenti, dar in mod special, la zborul de deplasare pentru realizarea unei distante parcurse cat mai mare, de cunoasterea si exploatarea tuturor elementelor ce pot conditiona si modifica performantele in zbor al planorului.

Astfel, zborul de distanta al unui planor este influentat de: incarcatura acestuia, de vant, de temperatura aerului, etc.

Pentru a se putea studia performantele de zbor ale planorului trebuie analizata polara planorului si polara vitezelor planorului, precum si elementele ce pot influenta/modifica aceste elelente.

Polara vitezelor planorului este reprezentarea grafica a vitezei de infundare a planorului *w* functie de viteza de inaintare a acestuia *V* (vezi figura Polara vitezelor calculata).
Punctele caracteristice ale polarei sunt urmatoarele:

a) punctul de tangenta la polara al perpendicularei pe axa absciselor, corespunde vitezei minime de zbor (pe axa ordonatelor putem citi viteza asociata de coborare);
b) punctul de tangenta la polara a perpendicularei pe axa ordonatelor corespunde vitezei minime de coborare (pe axa absciselor putem citi viteza de zbor asociata);
c) punctul de tangenta la curba polara a semidreptei dusa din originea sistemului de axe, da coordonatele vitezelor (v si w), corespunzatoare vitezei maxime (se observa ca unghiul θ pe care-l face tangenta cu axa absciselor este minim)

$$k_{maxim} = ctg\ \theta_{min} = \frac{v_f}{w_f}$$

d) si e) sunt puncte care se gasesc la intersectia unei semidrepte, duse din originea sitemului de coordonate, cu polara vitezelor. Aceste puncte corespund la doua situatii de zbor in care planorul evolueaza cu aceeasi finete, k = ctg θ .

Punctul d) corespunde zborului la incidente mari(viteza mica), iar punctul e), zborului la incidente mici(viteza mare), (vezi polara profilului).

Pentru zborurile de performanta in planorism, polara vitezelor are o deosebita utilitate practica, facilitand exploatarea aeronavei in regimul dorit, construirea diferitelor abace de calcul, sau alegerea si compararea performantelor diferitelor tipuri de planoare.

Pornind de la relatiile care stabilesc factorii de care depinde viteza de cadere si cea de zbor, sa discutam unele din cerintele principale care se impun pentru planoarele moderne.

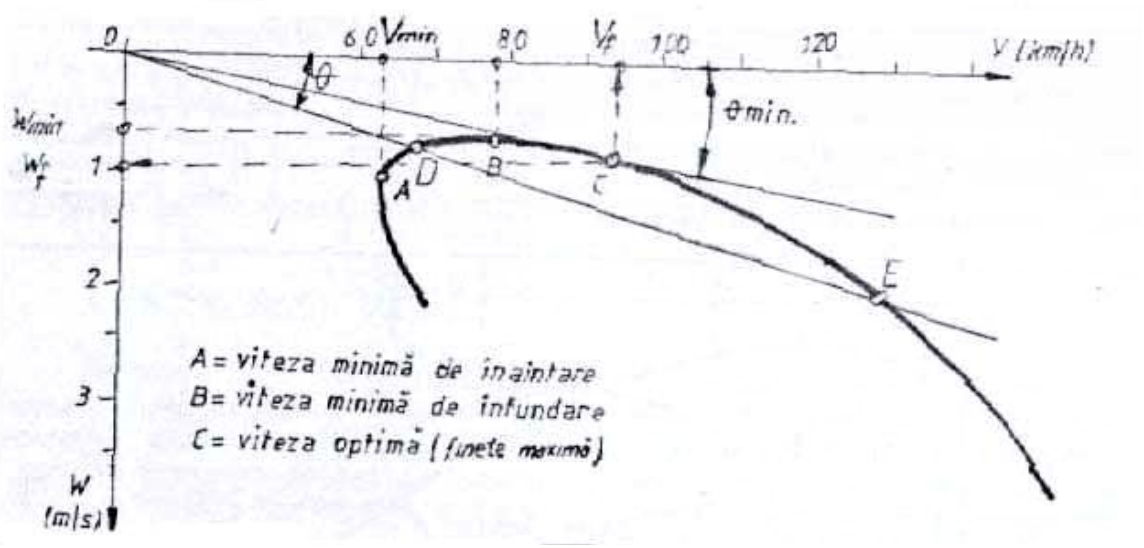


Fig 2.38. Polara vitezelor calculata

$$v = \sqrt{\frac{G}{S}\ \frac{2}{\rho}\ \frac{1}{C_z}} \quad Km/h$$

$$w = \sqrt{\frac{G}{S}\ \frac{2}{\rho}\ \frac{C_x^{\,2}}{C_z^{\,3}}} \quad m/s$$

1. Pentru a se putea urca cat mai repede in caminul ascendent, planorul trebuie sa aiba o viteza de cadere cat mai mica, care sa se gaseasca la o viteza de zbor cat mai mica (necesara spiralarii cu raze mici in termicile inguste). Minimalizand pe *V* si *w* rezulta:

a. un raport G/S cat mai mic care se realizeaza prin utilizarea in constructia planoarelor a unor materiale cu greutati specifice scazute si rezistente mecanice mari;
b. un raport C_z/C_x cat mai mare, (vezi polara planorului) in zona incidentelor mici, deci finete aerodinamica maxima care se poate realiza in cazul nostru cu:
   - profile aerodinamice specializate, numite profile laminare;
   - aripi cu alungiri mari care datorita unui C_x redus au finete sporita;
   - micsorarea rezistentelor de frecare prin prelucrarea suprafetelor.
   - micsorarea rezistentelor pasive si de interferenta prin proiectarea corespunzatoare a formelor si elementelor de racordare dintre ele.

2. Pentru a se putea obtine viteze de drum cat mai mari si distante maxime de planare, finetea optima a planorului trebuie sa se gaseasca la o viteza cat mai mare. Maximizand pe *V*, rezulta ca ar trebui sa avem un raport G/S cat mai mare si intram in contradictie cu cerintele de la pct. 1.a.

Pentru a rezolva aceasta problema in practica s-a ajuns la solutia unei incarcaturi pe m² (G/S) variabila in functie de necesitati. Planoarele moderne sunt dotate cu rezervoare de apa care pot fi golite in timpul zborului. Se obtine astfel o viteza corespunzatoare finetii optime, variabila (Fig 2.39. Modificarea polarei in functie de balast).

Polara vitezelor poate fi calculata sau determinata practic prin masuratori de precizie in timpul zborului intr-o atmosfera linistita, diferentele aparute intre cele doua reprezentari fiind uneori reprezentative.

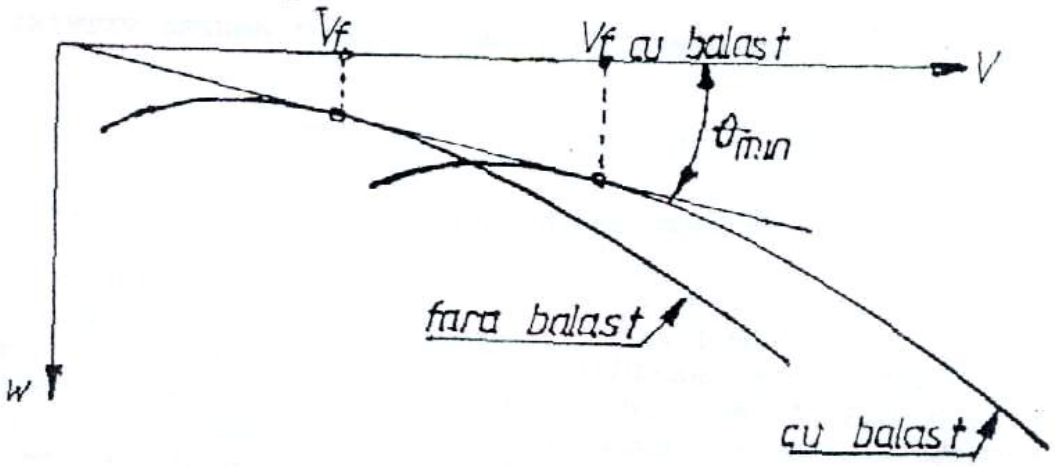


Fig 2.39. Modificarea polarei in functie de balast

Influenta vantului si a curentilor verticali asupra vitezei de salt

In timpul zborului planorul va traversa de multe ori zone cu miscari ale aerului atmosferic pe verticala sau orizontala. Pentru a putea determina viteza optima de deplasare si in aceste situatii, trebuie sa facem niste constructii ajutatoare pe polara vitezelor ca in fig 2.40:

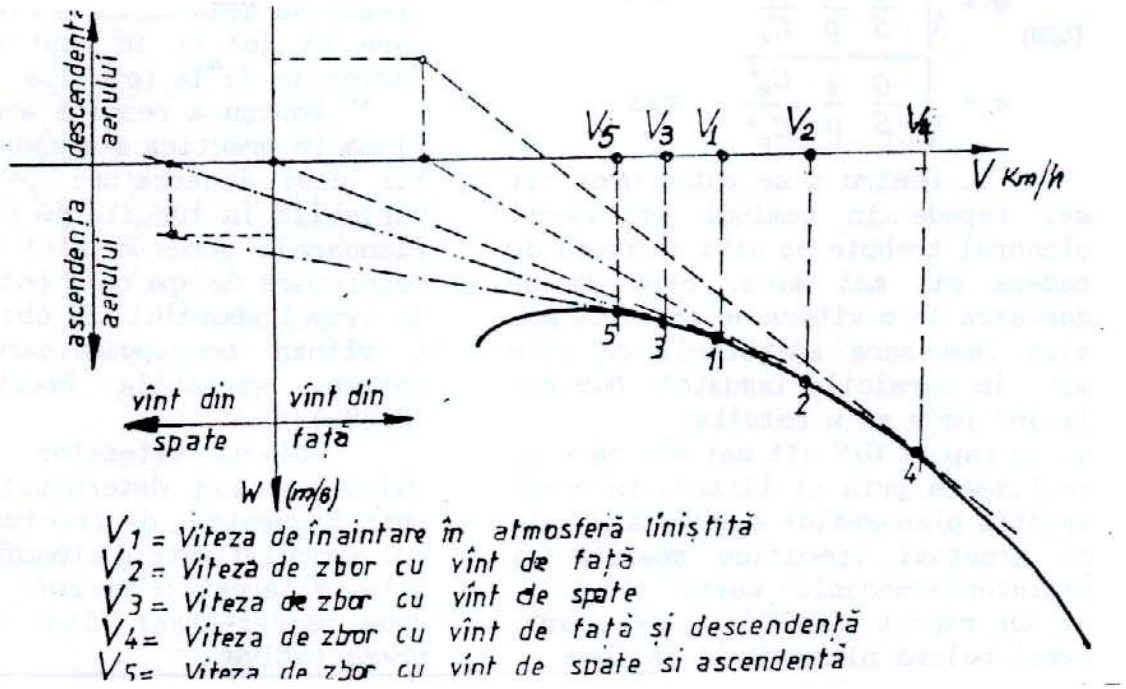

descendenta aerului
ascendenta aerului
V5 V3 V1 V2 V4
V Km/h
5
3
1
2
4
vînt din spate
vînt din față
W (m/s)
V1 = Viteza de înaintare în atmosferă liniștită
V2 = Viteza de zbor cu vînt de față
V3 = Viteza de zbor cu vînt de spate
V4 = Viteza de zbor cu vînt de față și descendență
V5 = Viteza de zbor cu vînt de spate si ascendență

Fig 2.40. Influenta deplasarii aerului asupra vitezei optime de zbor

Astfel, originea polarei va fi mutata cu valoarea vitezei perturbatoare pe axele si in sensurile specificate. Vom putea obtine acum valoarea vitezei optime in conditiile date, ducand tangenta la polara din noua origine.

Urmarind cele cinci exemple prezentate, se poate observa ca in situatia unui curent descendent sau a unui vant de fata, trebuie sa ne deplasam cu o viteza de zbor mai mare pentru a obtine o finete maxima, iar in situatia unui curent ascendent sau a vantului de spate, trebuie sa micsoram viteza. Polara astfel trasata ajuta pe pilot in constructia abacelor si calculatoarelor necesare executarii zborurilor de performanta.

2.3.8 Planificarea si executarea zborului in cazul schimbarii conditiilor de zbor.

Zborul in conditii meteo ce se deterioreaza

Spre sfarsitul unui zbor situatia meteo se deterioreaza pe o zona care acopera sute de mile. Pilotul nu mai are suficient combustibil sa se intoarca la aerodromul de plecare. Se pune problema zborului spre un aerodrom de rezerva si al asistentei radar. Se iau urmatoarele masuri.

a) Se verifica daca sunt bine stranse centurile.
b) Se anunta organele de trafic despre schimbarea conditiilor de zbor.
c) Se verifica altitudinea minima de siguranta si calajul altimetric.
d) Se sincronizeaza girodirectionalul cu compasul magnetic.
e) Se verifica rezervoarele si autonomia de combustibil.
f) Se verifica protectia contra givrajului a celulei si motorului in functie de tipul avionului.
g) Se iau masuri de siguranta la instrumentele furnizoare de date (incalzire tub pitot, etc.) Se cupleaza luminile de navigatie si farul rotativ.
h) Se urmeaza instructiunile date de organele de trafic.

Zborul in turbulenta puternica

Pe timpul zborului in conditii meteo instabile este necesar sa se treaca printr-o zona de nori cumulus. Se vor lua urmatoarele masuri.

a) Inainte de intrare :

- Se verifica ca toate centurile de siguranta sa fie stranse.
- Se prind toate articolele (detaliile) desfacute.
- Se decupleaza pilotul automat.
- Se pun la intensitatea maxima luminile din cabina.
- Se decupleaza toate statiile radio care sunt afectate de interferenta statica.
- Se actioneaza echipamentul antigivrare si degivrare. Se verifica sa fie cuplata incalzirea tubului pitot.
- Se reduce puterea pentru a se mentine viteza recomandata pentru zborul in turbulenta si se retrimereaza.
- Se verifica alimentarea cu vacuum si/sau electricitate a instrumentelor.
- Se sincronizeaza girodirectionalul cu compasul magnetic.

b) Dupa intrarea in nori :

- Cu ajutorul giroorizontului pilotul se va concentra asupra avionului in zbor. Se vor evita miscarile bruste care pot mari stresul provocat de turbulenta asupra avionului;
- In afara de cazurile cand exista riscul de a lovi un obstacol, se vor ignora fluctuatiile din indicatiile alimetrului si vitezometrului;
- Virajele se vor limita la mici corectii de cap;

- Daca la bord exista radar meteorologic acesta va fi folosit pentru a se gasi cea mai buna cale prin furtuna, in caz contrar, de obicei cel mai bine este sa se zboare in linie dreapta.

Informatii de baza

Importanta planificarii zborului.

Unele fronturi traverseaza tara mai repede decat s-a asteptat. Nori cumulus sau cumulonimbus cu furtunile respective se pot forma pe baze locale in afara oricarui sistem frontal asteptat si pot apare de asemenea diferite feluri de ceata care pot pune in incurcatura pe un pilot neexperimentat. Din fericire, uneori este posibil sa se afle despre existenta unor asemenea fenomene pe baza rapoartelor date de piloti din zbor sau a informatiilor furnizate de pe diverse terenuri de zbor. Informatii pot fi obtinute si pe frecventa VOLMET sau pe unele frecvente de voce ale VOR-urilor.

Este foarte important ca la planificarea zborurilor sa se foloseasca un buletin meteo recent. Unele din aspectele principale care ar trebui sa fie revazute la planificarea zborurilor sunt enumerate mai jos:

a) Se va studia ruta si se vor determina altitudinile minime de siguranta.
b) Se va obtine intensitatea vantului pentru nivelul de croaziera, se va calcula capul, viteza la sol, timpul si cantitatea de combustibil care trebuie sa fie suficienta pentru a permite efectuarea de zona de asteptare si zbor pana la aerodromul de rezerva.
c) Se vor nota frecventele tuturor VOR si NDB ce ar putea fi folosite in zbor si la aerodromul terminal.
d) Desi hartile de radionavigatie sunt cele mai importante este totusi bine ca pilotul sa aiba la indemana la bord o harta topografica care poate ajuta foarte bine la navigatie in VMC.
e) Un calculator va fi folosit atat pe timpul zborului cat si inainte de plecarea in zbor. Poate fi folosit pentru verificarea vitezei la sol, revizuirea ETA, calcularea consumului de conbustibil si la toate verificarile uzuale din timpul zborului.
f) se vor obtine cele mai recente informatii meteorologice, nu numai cele referitoare la ruta respectiva ci la intreaga zona. Acestea ar putea fi folositoare in cazul pierderii legaturii radio pe timpul zborului si al necesitatii de a sparge plafonul acolo unde norii au sparturi mai mari.

Astfel pregatit, pilotul va fi capabil sa zboare pe capurile cerute, la inaltimile si radiofarurile alese, in restul timpului mentinand legatura radio cu organele respective. Atunci cand se zboara sub altitudinea de tranzitie trebuie sa se ceara de la controlor calajul altimetric care sa asigure, ca atunci cand zboara catre o zona de presiune scazuta, nu se va angaja intr-o coborare treptata urmarind altimetrul, ceea ce reprezinta un pericol foarte mare pe timpul zborulrui IMC deasupra unui relief inalt.

Verificarea situatiei meteo pe ruta

Reglarile normale de cap, precum si amendarea ATC nu cer prea mult timp din partea pilotului; el are posibilitatea sa compare situatia meteo reala cu previziunea. Pe timpul unui zbor dupa plan de zbor VFR deteriorarea situatiei meteo pune probleme, deoarece navigatia se face pe baza contactului visual cu solul. Pilotul trebuie si poate sa nu se lase surprins de o situatie meteo nefavorabila, care sa nu mai permita contactul visual cu solul. In cazul cand acest lucru se intampla, trebuie sa se zboare dupa instrumente si la tipurile de avioane unde este permis, sa se treaca la schimbarea planului de zbor din VFR in IFR.

Anuntarea organelor de trafic despre schimbarea conditiilor de zbor

Pilotii care intalnesc conditii meteo nefavorabile mentinerii contactului vizual cu solul, trebuie sa anunte fara intarziere organele de trafic care pot acorda ajutor, cand este posibil prin radar si VDF. Pilotii care au mai multa experienta la zborul instrumental, vor putea sa execute intructiunile de la sol fara dificultate.

Responsabilitaea pilotului

Organele de trafic pot da ajutor, dar intreaga responsabilitate pentru executarea unui zbor VFR, revine pilotului comandant de bord. Practica a demonstrat ca, o cauza frecventa de accidente fatale a fost calarea incorecta a altimetrului. Mentinerea unei altitudini care sa asigure respectarea inaltimii de siguranta cade in responsabilitatea pilotului.

O greseala care se intampla in momentele de stres, consta in neglijarea sincronizarii periodice a girodirectionalului cu compasul magnetic. Este important sa se verifice situatia combustibilului si sa se selecteze in mod corespunzator rezervoarele. O mare importanta o are si degivrarea celulei si motorului.

Instrumente de siguranta

Putine avioane, in zilele noastre depind numai de tubul Venturi ca singura sursa de alimentare pentru instrumentele giro. La majoritatea avioanelor, prin vacum este actionat giroorizontul si girodirectionalul iar prin energie electrica indicatorul de viraj si glisada.

Prin aceasta dublare se asigura securitatea zborurilor in cazul cand ar cadea o sursa de energie. In cazul zborurilor in conditii meteo dificile cand se pun in functiune majoritatea consumatorilor electrici trebuie sa se urmareasca ca generatorul sa furnizeze suficient curent pentru a satisface necesitatile.

Pilotii fara calificare dupa instrumente

Acesti piloti nu au voie sa zboare in conditii meteo care sunt pe cale sa se strice deoarece isi pun in pericol viata lor si a altora. Pilotii care zboara dupa instrumente pot primi un mare ajutor de la organele de trafic. Un plan de zbor

bine pregatit, cu toate frecventele necesare, poate usura munca pilotului permitandu-i sa se concentreze mai mult asupra pilotarii avionului.

Zborul in turbulenta si precipitatii puternice

Turbulenta si precipitatiile pot crea mari dificultati in special pentru pilotii fara experienta. Conditiile normale de aer instabil sau rafale de vant pot cauza lipsa de comfort, in timp ce zborul in nori cumuli mari sau cumulonimbus, poate avea consecinte grave daca nu se iau masurile necesare. Inainte de a vorbi despre aceste masuri, sa ne reamintim cate ceva despre natura norilor cumulus.

Desi un front rece, cu nori cumulus bine dezvoltati, se poate intinde pe mai multe sute de mile, avand o lungime de pana la 50 de mile, aceasta formatie nu se limiteaza numai la ridicarea aerului umed, in cazul unui sistem de front rece. Norii de tip cumulus se pot forma din efectul incalzirii suprafetei solului si este un lucru obisnuit ca pe timpul unei zile calduroase de vara sa se vada aceste mase turn care cresc rapid. Exemplarele mai mari adesea ajung pana la tropopauza unde datorita stabilizarii temperaturii de la acest nivel si densitatii reduse a aerului, cresterea in continuare se face pe orizontala, ceea ce da nastere la “nicovala“ caracteristica norilor cumulonimbi. In interiorul acestor nori se dezvolta o energie foarte mare; curenti termali, atat ascendenti cat si descendenti cu viteze verticale ce depasesc 4000 ft/min. Acesti curenti transporta in sus si in jos mari cantitati de umezeala care ingheata in regiunile superioare, apoi pe timpul caderii, colecteaza noi straturi de apa dupa care se ridica din nou, acest ciclu fiind repetat pana cand particulele inghetate devin prea grele, nu mai pot fi sustinute in interiorul norului si cad spre pamant sub forma de grindina. Bucatile de grindina variaza in marime, de la dimensiunea unui bob de orez pana la cea a unei mingi de golf. In norii cumulonimbi mari apa este prezenta sub forme diverse: vapori de apa si ploaie in regiunile inferioare, apa supraracita care ingheata la impactul cu corpul principal al norului, apoi grindina, in timp ce regiunea superioara a norului, nicovala, este compusa din cristale de gheata.

Fulgerele

Frecarea dintre curentii verticali din interiorul norului genereaza elecricitatea statica, treptat intreaga masa noroasa se incarca, ajungand la o tensiune foarte inalta, cand rezistenta aerului este infranta, apare o descarcare. Aceasta are forma unui fulger indreptat spre pamant, un alt nor sau chiar catre interiorul norului respectiv. Aerul in contact cu fulgerul este incalzit instantaneu, iar explozia care urmeaza este auzita sub forma de tunet. Fulgerul este mai mult neplacut decat periculos deoarece nu provoaca deteriorari mari unui avion care este bine pus la masa. Punerea la masa a tuturor componentelor electrice previne deteriorarea mai importanta a avionului, prin faptul ca evita riscul de formare a unui flash de la un echipament electric al avionului la altul.

Cand atmosfera contine o mare incarcatura electrica apare o alta manifestare electrica sub forma focului Sfantului Elm, o descarcare in forma de perie care se poate vedea mai bine noaptea sau cand in jurul elicilor apare o

flama albastra sau hallo, insotita de un flash electric mic transversal pe parbriz. Ambele tipuri de descarcari electrice nu sunt periculoase.

Precipitatiile puternice

Ploaia. La zborul in conditii de ploaie puternica asociate cu nori cumulus sau cumulonimbus, exista o vizibilitate redusa, apare riscul de givraj al motoarelor si celulei, si in cazuri extreme se produce scaderea temperaturii la chiulasa. Chiar la o cabina cu o etanseitate normala ploaia puternica ar putea sa patrunda in interior si sa afecteze echipamentul electric. La acest lucru trebuie sa se acorde o mare atentie. La unele avioane este posibil ca ploaia sa indeparteze vopseaua de pe bordurile de atac ale aripilor si de pe alte parti ale structurii daca nu se reduce viteza de zbor.

Grindina*.* Grindina puternica trebuie sa fie tratata cu respect, fiind recomandabil sa se reduca viteza in scopul evitarii unei deteriorari prea mari a structurii.

Zapada si lapovita*.* Zborul prin zapada si lapovita (amestec de zapada si ploaie) se face printr-o vizibilitate mult redusa existand riscul de givraj prin impact, ceea ce poate bloca intrarea aerului la motor sau poate afecta temperatura motorului.

Manevrarea pe sol la decolare sau dupa aterizare.

Toate formele de precipitatii pot avea un efect important asupra eficientei franarii. Cand pe pista exista zapada cu apa sau zapada vanturata, la aterizare se poate deteriora flapsul. Solutia consta in a se scoate cat mai putin flaps in functie de lungimea pistei, tinand cont ca pe o pista umeda sau acoperita cu gheata franarea este mai mica.

Turbulenta puternica

Pot fi situatii cand, din motive de trafic sau de alta natura trebuie sa se intre in nori cumulus (se atrage atentia totusi, ca nu este permis din nici un motiv sa se intre in nori cumulonimbi). Uneori cumulonimbii sunt ascunsi dupa straturi de nori stabili si in asemenea cazuri evitarea lor este aproape imposibila fara folosirea radarului.

Masurile ce trebuie luate in aceste situatii sunt :

Decuplarea pilotului automat. Putine tipuri de pilot automat sunt autorizate penru functionarea in conditii de turbulenta puternica. In aceste conditii, prin pilotarea manuala se considera ca se poate mentine mai bine o inaltime si pozitie a avionului constanta.

Aprinderea luminilor din cabina. Exista doua motive pentru a face acest lucru. In primul rand in norii mari este destul de intuneric si in al doilea rand, cand iluminarea din cabina este la maximum se previne orbirea temporara provocata de fulgere.

Reducerea vitezei inainte de intrare. Se stie cat de periculos este sa se mearga cu viteza mare cu masina pe un drum prost. La fel este foarte periculos

sa se zboare cu o viteza mare, prin turbulenta puternica dintr-un nor cumulus. Viteza corecta de intrare, trebuie sa evite fortarea excesiva a celulei si sa fie totusi superioara vitezei de angajare. Ea este mentionata in manualul operational si uneori este indicata printr-un cerc chilimbariu pe cadranul vitezometrului. Cand ea nu este cunoscuta, pilotul poate considera drept viteza buna de intrare o viteza egala cu 1,6 din viteza de angajare.

Tehnici de manevrare dupa intrarea in nori

Ancheta unor cazuri de avioane care au zburat in nori cumulonimbi si s-au dezintegrat in aer, au scos la iveala faptul ca accidentele au avut loc mai mult din cauza supracorectiilor aplicate de catre piloti decat din cauza turbulentei propriu zise. Turbulenta puternica si supracontrolul exercitat de catre piloti, au facut ca avionul sa sufere forte similare cu cele care apar pe timul executarii acrobatiei. Se va incerca limitarea tuturor corectiilor la mentinerea unei pozitii de zbor a avionului pe un cap mai mult sau mai putin constant. In nici un caz, nu trebuie sa se incerce sa se mentina o viteza constanta, deoarece se va varia de la cea aproape de angajare pana la aproape maximum. De asemenea, pot fi fluctuatii mari de inaltime si acest lucru ar trebui sa fie ignorat, exceptie facand cazul cand, se zboara in apropiere de un relief inalt. Experienta a aratat ca, un curent de aer are tendinta sa corecteze pe celalalt si sa mentina astfel intr-o anumita masura o inaltime medie a avionului.

Nu trebuie sa se incerce sa se lupte cu fiecare salt. Cea mai buna tehnica consta in a folosi giroorizontul drept referinta si a se mentine un nivel lateral si de tangaj rezonabil.

Corectiile vor fi efectuate lin si se va zbura drept inainte, in afara de cazul cand la bord exista radar meteorologic, prin care se poate alege directia cea mai buna. La avioanele cu motoare cu piston se considera ca cel mai bine este sa se zboare la o inaltime mai mica de 10.000 ft. Cu conditia ca sa existe suficienta inaltime de siguranta intre baza norului si relief este posibil sa se zboare sub nor dar pilotii trebuie sa se astepte sa intalnesca curenti verticali catre in jos. (regulamentul de zbor interzice zborul sub norii cumulonimbi).

Un zbor prin nori de furtuna va afecta compasul magnetic si pilotul trebuie sa fie atent, sa nu se ia dupa indicatii eronate. Trebuie verificat girodirectionalul dupa un radial VOR.

ADF nu ajuta la nimic pana cand avionul se afla la o anumita distanta fata de furtuna. Acul de la ADF tinde sa se indrepte catre directia norului de furtuna in loc sa se indrepte catre NDB pe care este acordat.

Spargerea plafonului in jos

Pentru un pilot care este calificat in zbor dupa instrumente procedura de spargere a plafonului si aterizarea in conditii de vizibilitate scazuta reprezinta o problema de rutina.

Presupunand ca plafonul este de 1000 ft si vizibilitatea este scazuta urmatoarele recomandari ar trebui sa stea in atentia pilotilor.

Avioane cu echipament de radionavigatie: La aerodromurile cu procedura de apropiere dupa instrumente publicata, pilotul va alege procedura pe care o va executa, in conformitate cu datele publicate.

Avioane numai cu legatura bilaterala radio. Pilotul poate fi ghidat cu ajutorul radarului sau cu VDF. Capurile trebuie sa fie mentinute cu precizie, calajul altimetric trebuie sa fie verificat de doua ori iar inaltimile trebuie sa fie respectate intocmai. Informatiile esentiale trenbuie sa fie repetate de pilot catre controlor-calajul altimetric, capurile, frecventele etc.

Este important sa se noteze pe o hartie cifrele furnizate de catre controlor: QNH sau QFE, capurile de luat, frecventele radio, etc. Daca se greseste o frecventa, se produce o incurcatura foarte mare si pierdere de timp.

Atunci cand se zboara dupa instrumente si se executa instructiunile organelor de trafic aerian gradul de concentrare al pilotului este mai mare decat cel obisnuit dar aceasta nu reprezinta o scuza pentru a se uita anumite actiuni vitale la bord sau sa creeze alte probleme. Cand apare aerodromul in campul vizual, posibil in ploaie puternica, se va deschide panoul de vedere clara daca asemenea panou exista la avion. Se va vedea care este componenta transversala a vantului pentru a se lua corectia de deriva. Pilotul trebuie sa fie pregatit a tine cont de gradientul vantului in apropiere de sol. Dupa efectuarea aterizarii, nu trebuie sa se uite verificarile de dupa aterizare.

Concluzii

In acest capitol au fost subliniate o serie de actiuni pe linia realizarii unei mai bune planificari a zborului. Cel mai bun lucru este, sa se evite intrarea in conditii meteorologice din cele mentionate anterior. Obtinerea de informatii meteo cat mai recente si mai precise inainte de zbor, poate fi de mare ajutor.

2.3.9 Efecte adverse

Givrajul

Givrajul reprezinta depunerea unui strat de gheata aderenta pe unele elemente ale avionului (planuri, fuselaj, elice, suprafete proeminente etc) ca rezultat al inghetarii picaturilor de apa supraracita (picaturi de apa la temperaturi sub 0°C), la ciocnirea acestora cu avionul aflat intr-un mediu cu temperatura negativa.

De asemenea, givrajul mai poate fi definit, ca fiind un depozit de gheata, opaca sau transparenta care adera la anumite elemente ale unui avion, in special la acele elemente expuse vantului si la cele avand parti unghiulare (borduri de atac, varfuri de antena, nituri etc.).

Fig 2.41. Givraj

Givrajul afecteaza toate tipurile de aeronave, inclusiv pe cele supersonice. La viteze de zbor mai mari de 1000km/h probabilitatea givrarii aeronavei se micsoreaza, insa in faza de aterizare/decolare aeronavele supersonice utilizeaza viteze comparabile cu cele ale aeronavelor subsonice si de aceea pot fi givrate in timpul traversarii sistemelor noroase.

Procesul de formare

Cel mai frecvent, givrajul se formeaza in regiunile cu apa supraracita sau amestec de picaturi supraracite, cu cristale de gheata sau zapada. In nori, apa putand ramane in stare lichida si la temperaturi negative (chiar sub 40°C), givrajul se formeaza in toti norii cu temperaturi sub 0°C, intensitatea maxima a depunerii fiind intre 0 si -10°C. Intre -15 si -20°C, in nori exista tendinta de formare a cristalelor de gheata, iar la temperaturi sub -20°C, norii sunt constituiti in cea mai mare parte din cristale de gheata. Ca atare, in asemenea nori (Cirus, Cirostratus si Altostratus inalti), ca si in portiunile cu zapada sau gheata uscata, givrajul este in general foarte slab.

Aceasta apa supraracita se transforma in givraj pe avion. Cantitatile de gheata depozitate pe aeronava vor fi deci, in functie de concentratia de apa supraracita din nori, de dimensiunea picaturilor sau de intensitatea precipitatiilor.

Aceasta posibilitate se intalneste in rarele cazuri in care apa aflata in stare lichida, la temperatura pozitiva, ramane “stocata” pe anumite parti exterioare ale aeronavei (decupari interioare, incastrari ale articulatiilor etc.) si se transforma in gheata atunci cand temperatura mediului ambiant devine negativa.

Aceasta forma de givraj se poate produce dupa curatarea la sol a unui avion acoperit de zapada sau degivrat si neuscat in momentul in care decoleaza la temperaturi negtive. Acest tip de givraj poate provoca mai ales blocarea comenzilor. O depunere usoara de gheata, ca o pelicula asemanatoare cu brurna, se poate forma si in conditii de cer senin, atunci cand avionul, dupa un zbor foarte rapid printr-un strat de aer rece, patrunde brusc intr-un strat de aer

mai cald si cu umezeala mai mare. Aceasta gheata poate deveni periculoasa atunci cand avionul patrunde in norii supraraciti, intrucat stratul de gheata se poate mari.
Se disting trei tipuri de formare a givrajului pe un avion:
a) prin incetarea starii de apa supraracita;
b) prin inghetarea apei aflate in stare lichida;
c) prin desublimare.

Givrajul se poate forma:
a) la suprafata solului, prin inghetarea ploii supraracite, zapezii sau lapovitei care cad pe avionul aflat la sol;
b) pe avionul scos din hangarul incalzit;
c) pe aripi sau coada avionului, din cuza improscarii acestora cu apa, atunci cand la decolare avionul sparge pojghita de gheata a unor balti;
d) in timpul incalzirii inainte de decolare, cand motorul turboreactor functioneaza cu un numar mare de turatii, iar umezeala este ridicata si temperatura este apropiata de 0°C, prin racirea puternica a aerului in colectorul de aer.

Desublimarea reprezinta transformarea directa a vaporilor de apa in gheata. Acest fenomen se intalneste mai ales la sol, dar si la inaltime in afara norilor, intr-un mediu foarte umed si pe un avion foarte rece (in coborare, cand avionul a zburat inainte la nivele de croaziera ridicate).

Forme de givraj

Dupa conditiile de formare, depunerile de gheata pe avioane pot aparea sub urmatoarele aspecte:
a) Gheata sticloasa (limpede): este o depunere de gheata aproape complet transparenta sau translucida si foarte aderenta, avand suprafata neteda si continua, asemanatoare poleiului; este cea mai periculoasa forma de givraj, caci depunandu-se pe partile frontale ale avionului le denatureaza forma si profilul aerodinamic; ceea ce conduce la reducerea ascensiunii, la pierderea stabilitatii si la cresterea rezistentei frontale a avionului; se formeaza pe bordurile de atac ale avioanelor (ca o ciuperca) si are tendinta sa se intinda de-a lungul aripilor. Atunci cand depunerea de gheata este amestecata cu zapada, lapovita, mazarichea, prezinta o culoare albicioasa, iar la suprafata este neregulata si aspra. Se poate forma:
    - in zborul prin norii convectivi, constituiti din picaturi mari de apa, la temperaturi cuprinse intre 0 si -13°C;
    - pe avionul care zboara la temperaturi negative, in stratul de aer de sub norii din care cade ploaia formata din picaturi mari;
    - la nivele joase, ori de cate ori la sol se semnaleaza lapovita sau ploaie care ingheata.

b) Gheata opaca, albicioasa (granulara) este o depunere alba, opaca si granulara, formata din graunte fine si opace de gheata, in interiorul carora exista si straturi cu o structura cristalina (asemanatoare cu chiciura moale) sau incluziuni de aer, din care cauza are o culoare alba mata; Se formeaza in norii ondulati (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiti din picaturi mici de apa intre 0 si -28°C, mai frecvent intre 0 si -10ºC; Depunerile granulare nu sunt mari, caci gheata se depune numai acolo unde picaturile supraracite se ciocnesc de avion; Nu prezinta aderenta mare, putand fi inlaturata prin vibratiile planurilor sau prin, actiunea vantului; Nu deformeaza profilul aerodinamic al avionului insa ii mareste greutatea; Cand zborul prin nori este mai indelungat depunerea de gheata poate lua proportii periculoase; Se formeaza pe proeminente (nituri, capete) sub forma unor protuberante neregulate.

c) Gheata sub forma de chiciura este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formeaza de obicei la temperaturi sub -10°C in norii constituiti din picaturi mici de apa si cristale de gheata; Stratul are aspect neuniform si margini proeminente, ca niste ace si bare care pun in pericol zborul.

Dupa forma depunerii, depunerile de gheata pe avioane se pot prezenta sub urmatoarele forme:

a) sub forma de bruma;
b) sub forma de chiciura;
c) sub forma de gheata opaca;
d) sub forma de gheata sticloasa sau transparenta (denumita uneori si polei).

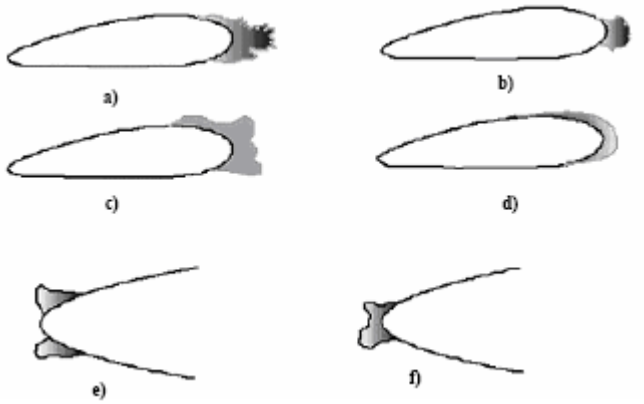


Fig 2.42. Forme caracteristice de givraj

Givrajul sub forma de bruma

Aspect: Depozit de gheata, cu aspect cristalin, luand cel mai des forma de solzi, ace, pene sau evantai.

Proces de formare: Se formeaza prin desublimare, adica transformarea vaporilor de apa in gheata. Acest tip de givraj se depune pe tot avionul si se

produce la sol sau pe timpul coborarii (avion mai rece decat aerul prin care zboara).

Consecinte: Acest givraj este slab si nu afecteaza puternic masa avionului si nici caracteristicile sale aerodinamice.

Givrajul sub forma de chiciura

Chiciura apare pe partile avionului care sunt racite la o temperatura sub cea de inghet. Cand un aer, in care se afla in exces vapori de apa intra in contact cu aceste suprafete, pe ele se va forma un strat subtire de gheata. Acesta poate fi vazut adeseori pe avioanele care au stat afara intr-o noapte senina si rece.

Acest givraj, intrucat are o grosime mica, are si o greutate mica, dar frecarea aerului pe suprafata avionului are influenta nefavorabila asupra decolarii. Chiciura impiedica vizibilitatea prin parbriz si prin geamurile laterale si, de asemenea, afecteaza antenele radio. De aceea, inainte de decolare ea trebuie sa fie indepartata prin stropirea cu substante de dispersare sau prin jet de aer cald. Aceste precautiuni nu sunt tratate cu seriozitate intotdeauna, lucru care a facut sa existe cazuri, cand avionul nu s-a deslipit de la pamant, decolarea a trebuit sa fie intrerupta, producandu-se accidente.

Este necesar ca inainte de plecare in zbor sa se faca urmatoarele:

a) se verifica toate suprafetele de zbor;
b) se verifica ca, comenzile sa se deplaseze liber si sa nu existe givraj la jonctiunile lor;
c) se verifica orificiile de presiune statica;
d) se verifica orificiile si tubul pitot;
e) se verifica ca toate orificiile de scurgere sa fie libere;
f) se verifica sa nu existe gheata pe antene si izolatori;
g) se verifica parbrizul si ferestrele.

In zbor, chiciura se formeaza pe un avion care a zburat intr-o zona cu temperatura sub cea de inghet si apoi intra intr-o masa de aer mai cald si mai umeda. Prezenta chiciurei duce la cresterea vitezei de angajare, vizibilitate proasta prin parbriz si probabil ceva interferenta la radio. Pe masura ce, celula capata temperatura aerului inconjurator, stratul de chiciura va disparea rapid.

Aspect: Este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formeaza de obicei la temperaturi sub -10ºC in norii constituiti din picaturi mici de apa si cristale de gheata. Stratul are aspect neuniform si margini proeminente, asemanatoare cu niste ace sau bare.

Proces de formare: Inghetarea rapida a picaturilor foarte mici supraracite intr-un mediu noros stabil. Inghetarea rapida a picaturilor de apa si a cristalelor de gheata provoaca incluziuni de aer intre fiecare element inghetat si confera ghetii un aspect opac. Depozitul se extinde prin ingrosare catre inainte. Givrajul sub forma de chiciura se formeaza in norii stabili (As, Ns). Poate fi de asemenea intalnit in ceata de radiatie la temperaturi usor negative.

Consecinte: Acest givraj are intensitate slaba, cateodata moderata. Cantitatea mica de gheata depusa si aspectul sau casant nu pun probleme serioase pentru avioanele echipate cu sisteme de degivrare la bord.

Givrajul sub forma de gheata opaca (granulara)

Givrajul opac se formeaza cand, picaturi de apa supraracita vin in contact cu celula, de obicei pe timpul zborului prin nori care contin acest tip de umezeala. La nivelul solului, este cunoscut si sub denumirea de gheata care ingheata. Givrajul opac apare sub forma unei depuneri neregulate, albe, opace care creste catre fluxul de aer care se scurge la bordul de atac al aripilor, suprafetele ampenajului, antene etc. Deoarece se formeaza instantaneu contine multe portiuni cu aer, deci greutatea lui creste si dereglarea scurgerii laminare in jurul aripilor si suprafetelor ampenajului.

Aspect: Este o depunere alba, opaca si granulara, formata din graunte fine si opace de gheata, fulgi de zapada, lapovita sau mazariche care are suprafata neregulata si aspra.

Proces de formare: Depunerea se formeaza in norii ondulati (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiti din picaturi foarte mici de apa supraracita si cristale de gheata, la temperaturi cuprinse intre 0 si -28º C, intalnindu-se mai frecvent intre 0 si -10ºC.

Consecinte: Gheata granulara, se depune pe partea exterioara a bordurilor de atac, sub diferite forme. Cand in nor exista zapada sau lapovita, depozitul se mareste, deformand, din cauza protuberantelor, bordul de atac. Se mai formeaza pe proeminente (nituri, capete), sub forma unor protuberante neregulate.

Gheata sticloasa sau limpede (poleiul)

Givrajul translucid rezulta din apa supraracita la o temperatura care ii permite scurgerea pe timpul procesului de inghet astfel ca acest givraj este dens, continand putin aer. El nu numai ca afecteaza aerodinamica suprafetelor de zbor ci adauga o greutate considerabila la celula si elice, la aceasta din urma provocand si vibratii.

Aspect: Depozit de gheata in general omogena si transparenta, cu aspect sticlos si neted. Acest tip de depunere se formeaza pe bordurile de atac si tinde, sa se intinda de-a lungul aripilor.

Proces de formare: Congelarea lenta a picaturilor mari de apa supraracite intr-un mediu instabil, sau stabil dar cu concentratie foarte mare de apa (mai ales pentru temperaturi cuprinse intre 0 si -10°C). Caldura degajata prin schimbarea starii de agregare a apei (apa supraracita in gheata) permite picaturilor sa se intinda, inainte de a ingheta. Picaturile care urmeaza, sunt supuse aceleiasi evolutii, se intind, ingheata si formeaza un depozit de gheata compacta si transparenta (fara incluziuni de aer). Depozitul poate atinge 10 cm. in grosime.

Gheata sticloasa este asociata norilor convectivi Cu, Cb, Ac. Poate fi de asemenea intalnit in ceata si mai ales in precipitatiile supraracite (ploaie sau burnita).

Consecinte: Acest givraj care are intensitate puternica este foarte periculos. Din fericire apare destul de rar, sub forma sa teoretica pura si nu afecteaza decat volume restranse de aer.

Lapovita.

In anumite conditii, poate sa apara ploaia supraracita sub un front cald, o ocluzie sau chiar un front rece. In cazul cand un avion zboara prin acest tip de precipitatii pe el se va aduna givraj translucid. De obicei, el se formeaza foarte rapid si constituie un pericol pentru avioanele mici care nu sunt echipate cu echipament de protectie contra givrajului celulei.

Givrajul in norul cumulonimbus

Miscarile ascendente si descendente din vecinatatea izotermei de 0°C pot provoca prezenta ploii supraracite si producerea givrajului transparent sau a poleiului. Acest tip de givraj are intensitate puternica. El este de departe cel mai periculos si afecteaza intreaga suprafata a avionului. S-au putut observa depuneri de gheata, pe avioane de transport de tip mediu, care au atins cateva tone in cateva minute.

Givrajul in zonele frontale

In afara givrajului care se intalneste in norii cu temperaturi negative, se mai poate intalni givraj in afara norilor din apropierea unui front. Zona propice formarii poleiului se gaseste sub suprafata frontala, deci in fata frontului, deasupra izotermei de 0°C unde poate exista ploaie supraracita. Ca efect, deasupra suprafetei frontale, la temperaturi pozitive pot exista precipitatii sub forma de ploaie. Picaturile de apa, in miscarea lor de cadere, traversand suprafata frontal, ajung intr-o zona unde temperatura este negativa. Racirea lenta, la care sunt supuse acestea este propice starii de supraracire. Picaturile de apa lichida, se transforma atunci in ploaie cu apa supraracita, care se transforma in polei la trecerea unui avion.

Acelasi rationament poate fi aplicat si frontului rece sau a unei ocluziuni.

In concluzie, poleiul se intalneste in general: intotdeauna in masa de aer rece;

a) in fata frontului cald;
b) in spatele frontului rece;
c) de-o parte si de alta a unei ocluziuni.

Nota: Suprafata frontala a unui front rece fiind mult mai ,,verticala” decat cea unui front cald, zona unde se poate intalni givraj in afara norilor este mai redusa in spatele frontului rece decat in fata unui front cald.

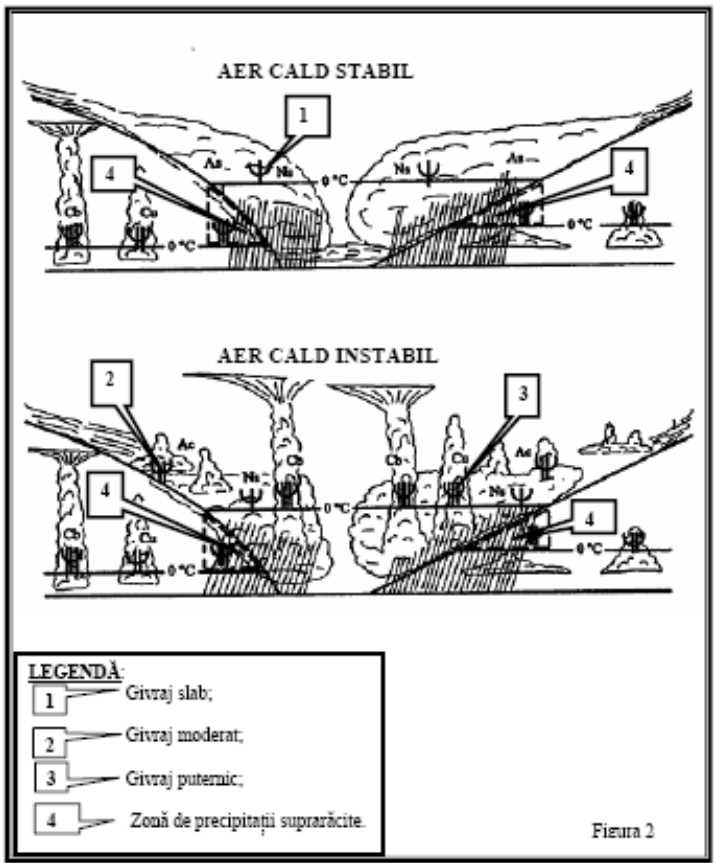


Fig 2.43.

Din punct de vedere al inrautatirii proprietatilor aerodinamice ale avionului depunerea de gheata se poate forma: perpendicular fata de curentul de aer care contureaza avionul (gheata in forma de jgheab) de-a lungul curentului de aer.

Gheata in forma de jgheab depinde de temperatura punctului critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, in care energia cinetica a fileului de aer perpendicular pe profil se transforma in caldura - incalzire cinetica); Are o structura amorfa; Se formeaza in timpul zborului prin nori cu continut mare de apa si compusi din picaturi mari de apa supraracita sau in zona ploii supraracite (gheata sticloasa). Gheata de-a lungul curentului de aer se formeaza in norii cu continut redus de apa lichida;
Poate avea urmatoarele aspecte:

a) Gheata transparenta, cu suprafata neteda si structura amorfa (se depune la temperaturi negative, in zborul prin norii Altocumulus, Stratocumulus sau din ploaia supraracita care provine din norii Nimbostratus);
b) Gheata opaca, cu structura cristalina si culoare laptoasa (gheata de portelan) care se formeaza in norii cu continut mare de apa lichida si cu temperaturi mai coborate, acolo unde se intalneste si zapada umeda;

c) Gheata sub forma de chiciura sau bruma, cu structura fibroasa si suprafata aspra, care se formeaza in norii constituiti din picaturi foarte mici de apa si cristale de gheata, la temperaturi foarte coborate (-20ºC). Formarea ei depinde de temperatura in punctul critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, in care energia cinetica a fileului de aer perpendicular pe profil se transforma in caldura – incalzire cinetica).

Incalzirea cinetica (Δt) a partilor frontale ale aripilor avionului, in aer lipsit de picaturi de apa, pentru diferite viteze ale avionului, este aproximativ urmatoarea:

V(km/h)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Δt(ºC)	0.4	1.8	3.5	6.2	9.6	13.9	19.0	24.6	31.2	38.7

In norii constituiti din picaturi de apa, incalzirea cinetica este cu 30-40% mai mica decat in afara norilor, din cauza evaporarii partiale sau totale a picaturilor de apa care izbesc avionul. Din cauza incalzirii cinetice, temperatura in punctul critic (numita temperatura de franare) este mai ridicata decat in aerul inconjurator; pe masura indepartarii de acest punct, ea scade, astfel ca partea frontala a aripii givreaza mai greu decat spatele ei. Daca in punctul critic temperatura este pozitiva, iar la o mica distanta ea este negativa, pe bordul de atac apa nu ingheata, ci este suflata spre partile mai reci ale planului. In acest caz, gheata se formeaza pe ambele parti ale bordului de atac. Atunci cand in punctul critic temperatura este negativa, iar in nori continutul de apa este mare, gheata se depune si pe bordul de atac, sub forma de ciuperca.

Efecte asupra aeronavei:

Givrajul poate afecta: bordul de atac al aripilor, ampenajul sau elicele, parbrizul, antenele radio si radar, tubul Pilot si carburatorul sau reactorul. Cand se depune pe aripi si ampenaj, modifica forma suprafetei portante; acestea sunt costruite intr-o anumita forma pentru permiterea scurgerii normale a aerului de-a lungul suprafetelor superioare si inferioare. Odata aparuta, gheata se ingroasa si se extinde treptat, pana cand suprafetele devin complet deformate. Astfel scurgerea aerului devine dislocata, rezistenta la inaintarea creste, portanta scade.

Pericolele pe care le reprezinta gheata, se datoreaza mai mult formei depunerii, decat cantitatii. Intrucat coeficientul aerodinamic devine minim, viteza de angajare a avionului creste.

Cand se formeaza pe palele elicelor in zbor, nu se poate observa acumularea, dar se vede pe coiful elicei. Pala poate deveni rotunjita, deci ineficienta inaintarii avionului. Depunandu-se neregulat pe elice, incep vibratii exagerate ale motorului si zgomot datorita proiectarii ghetii pe fuselaj. Zborul devine periculos datorita deformarii palelor.

Cand se formeaza pe parbriz, acumularea ghetii reduce vizibilitatea pilotului.

Cand se formeaza pe antena radar, impiedica functionarea acestuia. Pe antenele radio acumularea ghetii impiedica adesea comunicarile radio pana la intreruperea lor.

Gheata care se formeaza in tubul Pitot, jeneaza indicatorul de viteza a avionului fata de aer. Gheata ingrosandu-se, diminueaza scurgerea aerului si falsifica indicatiile de viteza.

Procedura

Sa presupunem ca apare o pierdere progresiva de putere urmata de un mers neregulat ceea ce indica givrarea carburatorului. Se va curata motorul folosind urmatoarea procedura:

a) se lasa maneta de gaze in pozitia actuala;
b) se aplica la maximum incalzirea carburatorului iar pilotul trebuie sa fie pregatit pentru o pierdere de putere, in continuare, insotita de un mers si mai neregulat;
c) daca givrajul carburatorului persista se va mari temperatura la motor prin:
   - impingerea usoara a manetei de gaze pana la puterea maxima, avandu-se grija sa nu se gripeze motorul
   - urcarea in scopul reducerii fluxului de aer si racire, si
   - saracirea amestecului, dar atentie sa nu se opreasca motorul, deoarece ar fi dificil sa fie pornit din nou.
d) se va zbura pe cat posibil evitand norii si ploaia
e) cand motorul incepe sa mearga normal se revine la zborul la orizontala, se regleaza amestecul si se selecteaza aer rece. Se verifica ca turajul motorului sa ajunga la valoarea normala.
f) se va urmari modul cum decurge givrajul carburatorului si la intervale regulate se va aplica incalzirea carburatorului in scopul de a se preveni formarea mai importanta de gheata.

Informatii de baza

Givrajul carburatorului. Givrajul carburatorului a constituit cauza multor accidente de aviatie. Efectele givrajului carburatorului la motoarele cu piston constau in :

a) dereglarea raportului combustibil/aer in sensul ca se ajunge la un amestec bogat care in final va opri motorul;
b) formarea de gheata care ar putea sa impiedice deplasarea manetei de gaze.

Desi in practica se vorbeste despre givrajul carburatorului, in realitate exista trei tipuri separate de formare de gheata care pot afecta in mod negativ motorul cu piston care foloseste carburator de tip conventional. Ele sunt :

a) givrajul manetei de gaze;

b) givrajul de impact;
c) givrajul evaporarii combustibilului.

Gheata se poate forma in carburator, chiar la temperaturi pozitive ale aerului si chiar in zbor pe timp senin. Aerul scurgandu-se rapid in carburator (unde se consuma caldura si datorita evaporarii carburantului), dilatandu-se se reduce mult temperatura, ducand la sublimarea vaporilor de apa pe peretii interni. Givrajul carburatorului determina pierderea treptata a puterii si deci scaderea vitezei in raport cu aerul. Micsorarea puterii motorului si chiar oprirea lui se pot produce chiar la temperaturi pozitive (pana la +15°) din cauza scaderii bruste a temperaturii carburatorului prin evaporarea combustibilului si destinderea acestuia. Aparitia givrajului este semnalata de scaderea arbitrara a presiunii la admisie.

Givrajul manetei de gaze. Oricine a avut bicicleta a putut sa constate ca la umflarea unui cauciuc pompa se incalzeste. Acest lucru se datoreaza faptului ca prin comprimarea aerului caldura continuta este concentrata intr-un volum mai mic. Invers, cand prin orice mijloc, presiune este micsorata iar volumul de aer se mareste, caldura continuta in acel volum se dilueaza si temperatura scade. Acesta este intelesul incalzirii sau racirii adiabatice.

Una din functiunile carburatorului consta in vaporizarea combustibilului si in amestecul cu aer intr-o proportie corecta pentru ardere. Acest proces se produce in tubul clapetei de aer care foloseste principiul venturi pentru crearea unei scaderi a presiunii in zona jetului de combustibil. Aceasta scadere de presiune si scadere de temperatura asociata atinge cea mai mare valoare atunci cand maneta de gaze este redusa, existand si riscul de inghet a umezelei prezente in aer. De aceea givrajul manetei de gaze se produce cel mai probabil atunci cand maneta este redusa, cum ar trebui de exemplu pe timpul unei coborari sau planari.

Givrajul de impact. Acesta apare atunci cand aerul umed vine in contact cu piesele din sistemul de intrare al aerului care se afla sub temperatura de inghet (intrarea aerului, supapa de aer cald/rece, ecranul carburatorului, jigloare si maneta de gaze insasi). Givrajul de impact se produce cel mai probabil in ninsoare, lapovita sau cand exista un raport corect intre umezeala si temperatura, in nori sau ploaie. Conditiile cele mai ideale pentru aceasta si deci cele mai periculoase sunt atunci cand exista o temperatura de -4ºC in prezenta unor picaturi mici de apa supraracita, apa lichida sub 0ºC care ingheata la impact.

Givrajul prin evaporarea combustibilului. Actiunea prin care se transforma benzina in vapori de combustibil reclama pierdere de caldura, lucru care poate fi demonstrat foarte simplu daca se sufla peste o mana care a fost inmuiata in benzina sau chiar apa. Actiunea de vaporizare va fi resimtita sub forma unei scaderi in temperatura. La carburator, caldura necesara pentru vaporizarea

combustibilului este luata din fluxul de aer care se scurge prin tubul cu clapeta. Cu conditia sa existe conditiile corespunzatoare de umezeala si de temperatura a aerului se va forma gheata care va acoperi toate piesele carburatorului din drumul sau.

Pericolul real al acestei forme de givraj a carburatorului consta in dificultatea de a convinge pilotii ca el poate sa apara si pe timp de cer senin cu conditia sa existe o umiditate de minim 60%. O umiditate mai mare creste si mai mult riscul de aparitie a acestui givraj.

Efectele combinate ale acestor trei forme de givraj pot fi aratate pe scurt spunand ca intr-un fel sau altul givrajul carburatorului se poate produce in gama de temperaturi intre +30ºC si -18ºC, umiditatea mare intesifica riscul de givraj al clapetei de admisie, iar givrajul se produce mai usor cand maneta de gaze este redusa.

Caracteristici constructive in scopul evitarii givrajului carburatorului

Cel mai bun mijloc pentru a se evita givrajul carburatorului consta in eliminarea lui si inlocuirea cu un alt aparat cu ajutorul caruia sa se faca amestecul dintre combustibil si aer. Astfel, injectarea directa in cilindrii care nu numai ca elimina givrajul manetei de gaze si al evaporarii combustibilului dar asigura un consum de combustibil mai economic decat carburatorul conventional. Totusi si aici ramane posibilitatea formarii givrajului de impact care la avioanele mai mari este rezolvata prin incalzirea electrica a admisiei de aer.

La unele avioane se pune un ecran din sarma impletita in fata admisiei aerului. Daca ecranul givreaza, aerul poate patrunde prin jurul lui. in caz extrem, cand se blocheaza cu gheata si spatiul din jurul ecranului, se foloseste o sursa de intrare a aerului de rezerva, care este situata undeva in capota motorului.

La cele mai multe avioane mici monomotoare prevenirea si inlaturarea givrajului carburatorului se realizeaza printr-o sursa de aer cald cu ajutorul unei supape plate care este actionata din cabina cu ajutorul comenzii incalzirii carburatorului. Cand aceasta se afla pe pozitia “rece“ aerul rece intra in carburator in mod normal. Cand se afla pe pozitia “cald” supapa blocheaza intrarea aerului rece si permite intrarea unui aer care a trecut printr-un incalzitor compus dintr-o cutie amplasata in jurul tevii de evacuare. Din descrierea de mai sus reiese ca este posibil sa se furnizeze aer cald numai atat timp cat motorul functioneaza. Un motor oprit in urma givrajului carburatorului se va raci imediat, deci nu va mai furniza caldura pentru inlaturarea givrajului format la admisie.

Folosirea incalzirii carburatorului

In legatura cu folosirea incalzirii carburatorului se potriveste foarte bine o expresie din Shakespeare adaptata la aviatie :”*a folosi sau a nu folosi, iata intrebarea*“.

Sunt cateva motive pentru aceasta, unul din ele fiind necesitatea economiei de combustibil. Un motor cu piston realizeaza puterea prin expansiunea gazelor in cilindri, cu cat mai mare este aceasta expansiune cu atat

mai mare va fi si puterea motorului. O posibilitate de a obtine o buna expansiune consta in a introduce in cilindri aer rece si deci dens. Orice incercare de preincalzire a aerului va duce la o micsorare a greutatii incarcaturii de aer introdusa in cilindri si in consecinta la o reducere de cateva sute de ture la viteza motorului. Este adevarat ca pe timpul zborului de croaziera aceasta pierdere de putere poate fi inlaturata prin impingerea mai mult in fata a manetei de gaze dar prin aceasta se mareste mult consumul de combustibil. De aici se vede ca atunci cand este necesara puterea maxima sau o putere economica de urcare/croaziera, aerul care intra in cilindri trebuie sa fie cat mai rece (si deci cat mai dens) posibil.

La avioanele unde este montat un indicator al temperaturii aerului la motor toata problema consta in a folosi comanda de incalzire astfel incat tot timpul temperatura sa se afle intre limitele stabilite. La avioanele unde nu exista acest aparat se recomanda sa se foloseasca regulile aratate mai jos :

Faza de zbor	Folosirea incalzirii carburatorului
Pornirea si rulajul	Se va folosi intotdeauna aer rece. cand se selecteaza aer “cald” se elimina filtrul de aer, deci exista riscul ca in motor sa patrunda diverse pietricele, obiecte ,etc.
Incalzirea motorului	Totdeauna se va verifica incalzirea carburatorului (de obicei la 1800-2000 rot/min). Trebuie sa existe o scadere in turaj atunci cand se aplica in plin incalzirea, sau in cazul elicelor cu pas variabil, o scadere in indicatiile manometrului. Daca dupa aceasta urmeaza o crestere a indicatiilor inainte de trecere pe aer rece inseamna ca exista givraj, deci se considera ca la nivele joase exista un givraj puternic.
Decolarea	Constituie o practica buna, aceea de a aplica complet incalzirea carburatorului timp de cateva secunde, imediat dupa decolare. Aceasta actiune are o importanta mai mare cand exista o mare umiditate. In cazuri extreme cum ar fi de exemplu prezenta ploii care ingheata, se va folosi incalzirea in conformitate cu conditia ca performantele la decolare sa permita decolarea pe lungimea de pista existenta cu toata reducerea de putere care apare in urma aplicarii incalzirii carburatorului. Folosirea incalzirii carburatorului la decolare este limitata numai la

conditii anormale. In mod normal decolarea trebuie sa fie efectuata in aer rece.

Urcarea

Pilotul trebuie sa se astepte la givrajul carburatorului cand se stie ca umiditatea este mai mare de 60% sau cand se urca prin nori, ninsoare sau ploaie care ingheata. La avioanele pe care este montat indicator al temperaturii aerului carburatorului este necesar ca indicatiile sa fie mentinute intre limitele stabilite. La avioanele unde nu exista acest aparat se va aplica complet incalzirea carburatorului la intervale lasand intre ele cel putin 5 secunde pentru a se observa cresterea turajului in cazul existentei givrajului.

Zborul de croaziera

Se va adopta o procedura similara cu cea de pe timpul urccarii. In toate situatiile trebuie ca in mod regulat sa se verifice daca exista givraj prin aplicarea completa a incalzirii, in afara de cazurile cand la avion este montat indicator al temperaturii aerului din carburator cu ajutorul caruia se poate stabili temperatura corecta.

Angajarea ,vria, planarea

Se va aplica incalzirea completa inaintea oricarei manevre care cere reducerea manetei de gaze si se va mentine asa pana la repunerea puterii. Pe timpul planarilor prelungite, se va impinge in fata maneta de gaze la intervale regulate pentru a se preveni supraracirea. Trebuie sa se tina minte ca nu poate exista incalzirea carburatorului de la un motor rece.

Coborarea cu putere

Se va proceda similar ca la urcare.

Apropierea si aterizarea cu ajutorul motorului

Totdeauna se va verifica daca carburatorul este givrat prin aplicarea completa a incalzirii carburatorului pe latura mare, dar se va reveni la “rece” pentru apropiere. Acest lucru este important in special pe timpul unei zile calduroase cand este posibil ca incalzirea carburatorului sa produca detonatii. Cand se stie ca exista conditii de givraj puternic trebuie sa se foloseasca complet incalzirea carburatorului pe timpul apropierii, iar la avioanele pe care se afla montat indicator al temperaturii aerului

din carburator sa se mentina aceasta temperatura intre limitele de siguranta.

Ratarea — In afara de situatia cand exista un givraj puternic se va folosi aer rece pentru a se obtine puterea maxima.

Dupa aterizare — Pe timpul verificarilor de dupa aterizare se va lasa comanda de incalzire pe pozitia “rece”.

Instructiunile de mai sus nu sunt asa de complicate cum par la prima vedere. In esenta ele se refera la urmatoarele:

a) Ori de cate ori motorul este reglat intre puterea moderata si maxima se va folosi aer rece in afara de cazurile cand se stie ca exista un givraj puternic;
b) In toate conditiile meteorologice se va aplica incalzirea completa inainte de reducerea completa a manetei de gaze.
c) Pe timpul urcarii, zborului de croaziera, sau coborarii cu putere, in mod regulat se va verifica prezenta givrajului.
d) Pe timpul incalzirii motorului la sol se va folosi aer rece, pentru ca aerul sa fie filtrat de impuritati, exceptie facand operatia de verificare a functionarii incalzirii carburatorului.
e) In afara de cazurile cand la avion se afla montat indicator al temperaturii aerului din carburator, niciodata nu se va folosi o reglare pe cald (o pozitie intermediara a manetei de incalzire a carburatorului), deoarece prin aceasta se poate ridica temperatura astfel incat mai degraba sa ajunga intre limitele de givraj si nu deasupra lor.

Simptome de givraj a carburatorului

Desi semnele care avertizeaza despre givrarea carburatorului difera de la un motor la altul, in prima etapa toate se caracterizeaza printr-o pierdere treptata de putere. Cand avionul are o elice cu pas veriabil turajul va ramane constant dar va apare o reducere la indicatiile manometrului. In zborul de croaziera, de asemenea, apare tendinta ca avionul sa piarda inaltime, sau cand acest lucru este impiedicat prin retrimerare, sa piarda viteza. Daca se permite sa se produca acumularea de gheata, se ajunge la un amestec bogat care duce la un mers neregulat si, in final, la o pierdere completa de putere.

Dispersarea givrajului carburatorului

Givrajul carburatorului, in etapele initiale, se va dispersa rapid cand se aplica incalzirea completa. Pe de alta parte, daca se lasa ca motorul sa ajunga in situatia de mers neregulat cu o mare pierdere de putere, prin aplicarea incalzirii carburatorului, initial se pare ca situatia se inrautateste. Puterea va scadea si mai mult din cauza aerului cald, imbogatind si mai mult amestecul deja suprabogat si

injectia in cilindri de gheata topita si apa. Trebuie sa se reziste tendintei de a se reveni cu maneta de comanda pe “rece” deoarece daca motorul ingheata, se opreste si deci este necesar sa se aterizeze fortat, fara putere. O formatie mare de gheata are efectul de a altera forma tubului cu clapeta astfel incat poate impiedica deplasarea clapetei si deci a manetei de gaze, sau chiar daca aceasta se poate deplasa, se poate bloca fluxul de aer si este posibil ca motorul sa se opreasca si sa fie imposibil sa mai poata fi pornit. In stadiul avansat givrajul carburatorului poate fi comparat cu un foc care se stinge si daca nu se iau masuri imediate se va raci atat de mult incat nu va exista caldura suficienta pentru topirea ghetei. Un factor care contribuie la acest lucru este faptul ca amestecul bogat are efectul de a scadea temperatura de lucru a motorului. Este clar ca un amestec sarac are un efect invers. Din aceasta cauza, in situatiile de givraj serios al carburatorului temperatura motorului ar putea fi crescuta prin saracirea treptata a amestecului, avand grija ca aceasta supraracire sa nu duca la oprirea motorului. Racirea provocata de aer ar putea fi redusa prin urcarea cu o viteza scazuta (daca conditiile meteo permit). Daca este necesar sa se regleze maneta de gaze acest lucru va fi facut numai dupa ce puterea a revenit aproape de valoarea normala , dupa indepartarea givrajului de la motor trebuie sa se aibe grija ca aceasta sa nu se depuna din nou.

Givrajul celulei

Multe din avioanele mici monomotoare sau chiar bimotoare nu sunt echipate sa zboare in conditii in care este probabil sa se produca givrajul celulei. De aceea, cand un avion de acest tip este expus la givraj puternic avem de-a face cu o situatie de urgenta in adevaratul inteles al cuvantului. Exista patru feluri principale de givraj al celulei ce pot sa apara cand avionul se afla in zbor sau chiar pe sol. Este posibil chiar sa apara mai multe feluri de givraj in acelasi timp. Principalele feluri de givraj ale celulei sunt :

a) chiciura;
b) givrajul opac;
c) givrajul translucid;
d) lapovita.

Starea celulei

Desi pentru performantele zborului in sine starea celulei are o influenta mai mica, pentru pilot aceasta are o influenta hotaratoare, in special pentru zborurile de durata. Astfel, daca starea invelisului aripilor si fuselajului are o oarecare importanta in atenuarea performantelor de zbor, prin determinarea aparitiei premature a desprinderii stratului limita cu consecinta crearii de turbioane ce au ca rezultat final o crestere a rezistentei aeronavei, pentru pilot este important ca celula sa creeze o stare de placere a zborului.

Pe aceste considerente, pilotul, inainte de decolare isi pregateste cabina in mod corespunzator pentru a putea efectua zborul fara a intampina dificultati in manevrarea dispozitivelor necesare zborului. Pilotul va plia harta si o va pune la

indemana pentru a o studia in orice moment fara a fi nevoit sa efectueze manevre/operatiuni suplimentare. De asemenea, toate dispozitivele necesare zborului sunt aranjate in cabina de asa natura incat sa fie utilizate si manevrate cu usurinta.

Efectele givrajului celulei

Pe timpul formarii tuturor tipurilor de givraj ale celulei, temperatura suprafetelor avionului reprezinta un factor mai important decat temperatura aerului inconjurator.

Givrajul se produce mai mult pe suprafetele subtiri decat pe cele groase, din aceasta cauza aripile si ampenajul sunt afectate mai mult decat fuselajul care nu givreaza.Deteriorarea scurgerii aerului in jurul profilului aripilor are efectul de a creste rezistenta la inaintare, micsorarea portantei, produce lovituri in timp ce depunerile de pe ampenaj micsoreaza in mod considerabil eficienta comenzilor. cand directia, profundorul si eleroanele sunt de tipul cu invelis un givraj mai puternic poate bloca comenzile.

Evitarea givrajului celulei

Cand se zboara cu un avion care nu este dotat cu echipament de protectie contra givrajului, aparitia givrajului poate fi evitata in primul rand prin planificarea zborului si in al doilea rand prin cunoasterea metodelor de utilizat pe timpul zborului. Prevederea meteo trebuie sa contina urmatoarele amanunte referitoare la givraj :

a) nivelul de inghet;
b) probabilitatea de givraj exprimata in clar:
   - Givraj puternic;
   - Givraj moderat;
   - Givraj slab.

Cand se asteapta ca in norii in care se intra temperatura sa fie 0ºC sau sub 0ºC este posibil sa se produca givraj al celulei. Situatia cea mai proasta este in nori cumulus desi givrajul produs in norii nimbo-stratus poate fi foarte puternic.

Cel mai putin probabil sa se produca givraj al celulei este atunci cand temperatura aerului este mai mare de 0ºC sau sub -15ºC.

La temperaturi scazute sub cea de inghet, umezeala se prezinta sub forma de cristale de gheata sau zapada, nici una din ele nedepunandu-se pe celula.

Masuri ce trebuie luate cand se formeaza givraj (la avioanele fara echipament de protectie contra givrajului)

In cazul cand a fost necesar sa se zboare printr-o zona unde s-a produs givraj al celulei, este necesar sa se recunoasca tipul acestui givraj. Daca este opac, probabil ca nu este puternic. In cazul cand este vorba de un givraj translucid este necesar sa se ia masuri imediate de :

a) a se iesi din zona respectiva daca este posibil;
b) a se urca sau cobora in afara nivelului de inghet.

La cele mai multe avioane usoare, care au o putere limitata, dupa depunerea givrajului probabil ca este mai usor sa coboare, cu conditia ca relieful terenului sa permita acest lucru.

Cand un front produce lapovita intotdeauna mai sus se afla un strat de aer mai cald si, daca este posibil, ar fi bine ca intr-o asemenea situatie sa se urce deasupra bazei norului. In nici un caz nu trebuie sa se zboare paralel cu frontul de acest fel, prin lapovita, deoarece ea reprezinta conditia ideala pentru formarea givrajului translucid. Cel mai bine este sa se ceara vectorizare organelor de trafic care ar putea ghida avionul catre o zona in care sa se poata face coborarea sub nivelul de inghet, in siguranta.

Echipamentul de protectie contra givrajului celulei se imparte in doua grupe:
a) *Contra givrajului*, deci echipamentul folosit pentru prevenirea formarii givrajului;
b) *Pentru degivrare*, care este folosit pentru a proteja suprafetele vulnerabile ale celulei, prin spargerea givrajului la anumite intervale.

Echipamentul contra givrajului. Cel mai simplu echipament de acest fel care poate fi gasit pe majoritatea avioanelor usoare este incalzitorul tubului pitot,o piesa care nu trebuie sa fie givrata niciodata. Alte zone care cer o protectie similara sunt parbrizul si admisia aerului la motor. Aceasta forma de echipament contra givrajului poate fi gasita numai pe avioanele mari si mai complexe desi principiul de lucru al sistemului este similar cu cel de la tubul pitot adica curentul electric este folosit pentru a incalzi un element de incalzire care ridica temperatura suprafetelor respective la valori peste 0ºC prevenindu-se astfel formarea ghetei. Dar sistemul cere un consum mare de energie electrica si din acest motiv el nu este utilizat la avioanele mici.

Echipamentul pentru degivrare. Zonele tipice care sunt protejate de un astfel de echipament sunt bordurile de atac ale aripilor, ampenajul orizontal si deriva iar metodele folosite sunt :
a) lichid pentru dispersarea givrajului;
b) termala (folosind caldura de la motor);
c) incalzire electrica;
d) pneumatica.

Prin mentinerea unui ciclu intermittent de lichid, incalzire, curent electric, presiune pneumatica este posibil ca avionul sa zboare continuu prin conditii de givraj pana la autonomie maxima. Echipamentul permite o givrare modesta care la intervale de timp este inlaturata inainte ca ea sa atinga proportii periculoase.

Echipamentul pentru degivrare folosit la avioanele mici este aproape intotdeauna de tip pneumatic fiind constituit din suprafete de cauciuc care se

umfla si se desumfla printr-o supapa de ciclare, spargand gheata la intervale de timp care pot fi comandate de pilot in functie de situatie. Presiunea de aer necesara pentru functionarea sistemului poate fi furnizata de o butelie de aer incarcata la sol sau, in anumite cazuri, de catre pompe actionate de catre motor.

Instalatia de degivrare pneumatica micsoreaza greutatea incarcaturii comerciale precum si viteza de croaziera.

Echipamentul de degivrare a elicei. Palele elicei sunt de fapt aripi rotative si deci bordul lor de atac este susceptibil la depunerea de gheata la fel ca aripile sau suprafata ampenajului. Echipamentul pentru degivrarea elicei se compune dintr-un rezervor cu lichid de dispersare a ghetii, o mica pompa electrica comandata de catre pilot si un inel cu guri de descarcare a lichidului catre imbracamintea de cauciuc fixate la bordurile de atac ale palelor elicilor.

Cand este detectat givrajul (de obicei prin vibratie), echipamentul pentru degivrare va fi folosit mai inainte ca formarea de gheata sa atinga astfel de proportii incat prin indepartarea ghetii sa se ajunga a fi aruncate spre fuzelaj bucati mari, care pot deteriora invelisul.

Echipamentul de protectie contra givrajului celulei trebuie sa fie verificat pe timpul cheklistului inainte de zbor. Cand a inceput sa se formeze givraj nu mai este timp sa se descopere ca nu exista presiune in butelia de aer.

Concluzie

Atentie la givrajul carburatorului. Trebuie sa se cunoasca utilizarea echipamentului pentru degivrare si sa se aprecieze conditiile care duc la formarea ghetii pe celula. Fara echipament de degivrare nu trebuie sa se zboare cand se prevede givraj.

Givrajul instalatiilor de captare a presiunilor necesare functionarii instrumentelor de bord (tub Pitot), poate scoate din functiune vitezometrul, variometrul, altimetrul si alte instrumente care functioneaza prin presiunile culese de la Tubul Pitot.

Givrajul parbrizului si al ferestrelor are ca urmare scaderea vizibilitatii, uneori dupa ce se intra in zona de depunere de gheata pe parbriz, gheata se depune si formeaza o crusta opaca, mai ales la temperaturi cuprinse intre 0°C si -10°C.

Daca la iesirea din zona de givraj, temperatura continua sa ramana sub 0°C, gheata nu se inlatura. Pot givra si geamurile interioare, daca in cabina temperatura este de 0ºC. Gheata se formeaza chiar si pe cadranele instrumentelor de bord.

Efectul flapsului

Utilizand flapsul se constata ca acesta modifica curbura profilului aripii, element necesar pentru a putea reduce viteza sub cea minima zborului orizontal.

Prin modificarea curburii profilului se mareste valoarea coeficientului C_{zm} utilizabil.

Pentru constructiile la care flapsul se deplaseaza spre spate, odata cu marirea curburii se realizeaza si cresterea suprafetei portante, ceea ce determina o crestere suplimentara de portanta. De asemenea, odata cu bracarea flapsului se mareste unghiul de incidenta de portanta nula si consecinta este ca se micsoreaza unghiul critic (*i crt)*.

Givrajul unui reactor se produce in aceleasi conditii ca si givrajul extern. Este periculos in turboreactoarele cu compresor axial, la care gheata se formeaza pe ajutajul de intrare, reducand sectiunea prizei de admisie a aerului. Rezulta o tractiune redusa a motorului si o temperatura excesiva a turbinei care astfel se poate defecta.

In concluzie givrajul poate afecta aeronavele prin:

a) reducerea coeficientului aerodinamic al avionului;
b) reducerea portantei;
c) cresterea vitezei de angajare;
d) cresterea consumului de carburant;
e) reducerea posibilitatilor de manevre.

De aceea in zbor trebuie sa se evite virajele si urcarile abrupte, iar la coborare sa se mentina viteze suficient de mari in raport cu aerul pentru evitarea angajarii. Orice avion este prevazut cu un echipament de degivrare fie mecanic, termo-electric sau chimic.

Cu toate acestea orice pilot trebuie sa cunoasca conditiile meteorologice in care se produce givrajul, tipurile de givraj si modul de evitare a acestuia.

Indicatii privind zborul in conditii de givraj

a) se ocoleste zona sau se zboara sub izoterma de 0ºC ;
b) vara se coboara, iarna se urca, daca este posibil;
c) in nori trebuie evitata zona dintre izotermele 0oC si –15oC, dupa informarea data de meteorolog sau calculand pozitia acestor izoterme dupa temperatura de la sol si rata scaderii temperaturii pe verticala (gradientul termic);
d) la decolare sau la aterizare, trecandu-se prin norii care dau givraj trebuie marita viteza pentru scurtarea timpului prin astfel de conditii;
e) cand decolarea are loc in partea din vant, trebuie sa se evite zona periculoasa, urcanduse la distanta fata de munti; de asemenea la coborare, mai ales in partea de sub vant, trebuie pastrata distanta fata de creasta si fata de panta;
f) in cazul ploii supraracite, trebuie sa se urce in aerul cald de deasupra suprafetei frontale (deasupra izotermei de 0oC), unde se recomanda sa se zboare, mai sus fiind de asemenea periculos;

g) ploaia care ingheata inainte de caderea pe avion, nu reprezinta pericol prea mare, nefiind aderenta; in acest caz, nu se urca, pentru ca mai sus ploaia este lichida si supraracita;
h) lapovita este periculoasa mai ales datorita scaderii vizibilitatii atunci cand se depune pe parbriz.
i) cand avionul intalneste zapada moale trebuie sa urce, mai sus fiind zapada uscata mai putin aderenta fata de avion.

Un avion care stationeaza la sol, poate fi givrat datorita brumei, poleiului, zapezii. Depunerile de gheata pe avion intensifica depunerea givrajului atunci cand acesta intra in nori. De aceea, inaintea decolarii, avionul trebuie degivrat.

Pentru zborul pe ruta si la aterizare trebuie cunoscute conditiile meteo cu privire la nori, precipitatii si pozitia izotermelor de 0ºC si – 15ºC.

Ceata

Ceata este *suspensia* formata din picaturi de apa si/sau cristale de gheata care este situata in stratul de aer din apropierea solului si care reduce vizibilitatea sub *1000 m.*

Atunci cand vizibilitatea este cuprinsa intre *1 si 10 km* se utilizeaza termenul de *aer cetos.* In aeronautica termenul de aer cetos se utilizeaza atunci cand vizibilitatea este cuprinsa intre *1 si 5 km inclusiv.*

Intensitatea cetei dupa gradul de slabire a vizibilitatii orizontale, se apreciaza astfel:

a) slaba (500-1000 m);
b) moderata (200-500 m);
c) deasa (50-200 m);
d) foarte deasa (sub 50 m).

Ceata se formeaza si se dezvolta in masele de aer stabile, caracterizate prin inversiuni de temperatura (de radiatie sau advectie) in straturile inferioare ale atmosferei. Ea se mentine atata timp cat lipseste miscarea ascendenta a aerului, determinata de convectie sau turbulenta.

Ceata se formeaza atunci cand tensiunea partiala a vaporilor de apa -e- atinge valoarea maxima (e = E sau R = 100%). Aceasta se realizeaza prin:

a) racirea aerului (T scade – E scade); in atmosfera racirea aerului se realizeaza prin: radiatie, advectie si detenta sau destindere adiabatica (t scade prin scaderea presiunii);
b) aport de vapori de apa (evaporare – e creste); in atmosfera cresterea cantitati de vapori de apa se realizeaza prin evaporarea precipitatiilor sau prin evaporarea de pe suprafete de apa sau de pe solul umezit;
c) prezenta simultana a celor doua procese: prin amestecul a doua mase de aer (t scade si e creste-ceata formata la trecerea frontului cald).

Influenta cetei asupra zborului

Mijloacele ultraperfectionate de la sol, instalatiile si aparatura de la bordul aeronavelor moderne creeaza conditii optime pentru ca zborul sa fie posibil atat ziua, cat si noaptea in aproape orice conditii meteorologice .

Zborul in conditii de ceata (vizibilitate redusa) este mult ingreunat atat de imposibilitatea orientarii dupa repere, cat si de senzatiile false provocate de perceptia organelor de simt umane .

Organele de echilibru ale omului nu pot face deosebirea intre forta de gravitatie si forta centrifuga, de asemenea nu pot percepe viteza uniforma ci numai schimbarile de viteza. Deficientele organelor de echilibru pot genera o serie de senzatii false. Cand lipsesc reperele de referinta, inclinarea avionului chiar cu 20-30°C lateral sau cu 10-15° C in fata sau pe spate, poate sa nu fie sesizata de pilot, ba mai mult este posibil ca el sa aiba impresia inclinarii in partea opusa .Sunt, de asemenea, relativ frecvente cazurile cand desi aparatul se gaseste in pozitie normala de zbor, pilotul are senzatia de inclinare, iar uneori de zbor pe spate. Mai sunt cu putinta si alte iluzii: aprecierea eronata a inaltimii unor repere aflate la aceeasi altitudine, luminile izolate care nu se afla in axul de zbor, cand sunt folosite pentru orientarea in spatiu, pot sa fie inselatoare si sa atraga o abatere si o inclinare laterala , urmata de pierderea inaltimii, etc.

Din aceste considerente, zborul fara vizibilitate (prin ceata), fara anumite instrumente de bord (indicator de viraj, altimetru etc.) este interzis, iar la cele prevazute cu acestea, echipajul trebuie sa stie sa se elibereze de senzatiile false, privind pozitia si starea de miscare a avionului, pe care i le dau simturile.

Ceata reprezinta un element periculos la decolare si mai ales, in faza procedurilor de apropiere, in special apropierea finala si aterizarea. De asemenea in conditii de ceata atat la sol cat si in zbor la temperaturi negative exista pericolul de givraj.

Ceata de radiatie inalta prezinta importanta mai ales prin frecventa ei neregulata si aparitia ei ca "pete" care se intind pe suprafete mari. Din avion se vad bine luminile de la sol, malurile raurilor si unele repere mai proeminent conturate , dar atunci cand se intra in stratul de ceata vizibilitatea orizontala este foarte redusa. Pamantul se vede mai bine cand se zboara la o inaltime mare (punctul 0) si mai slab cand se zboara la o inaltime mai mica (punctul H) :

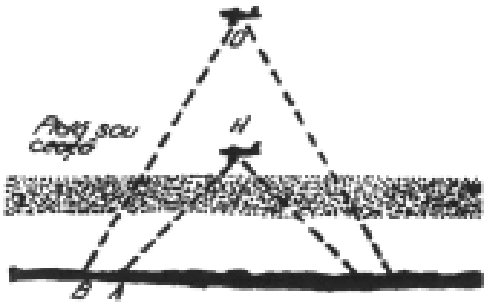


Fig 2.44. Influenta cetei asupra vizibilitatii orizontale

In cursul dupa-amiezelor sunt scurte perioade in care se produc sparturi in stratul de ceata. Prognoza localizarii si durabilitatii unei singure sparturi intr-un strat extins de ceata este imposibila in mod practic deoarece asemenea sparturi se produc la intamplare. Pentru evitarea unor asemenea situatii este necesar ca avioanele care zboara catre aeroporturile inconjurate de ceata sa aiba o rezerva de combustibil pentru a se putea intoarce (in caz de nevoie) sau pentru a putea ateriza pe alte aeroporturi.

Ceata de advectie fiind densa si ocupand suprafete mari, este mai periculoasa decat ceata de radiatie. Deoarece exista si posibilitatea ca vantul sa extinda ceata pe suprafete mari, acoperind si aerodromul de aterizare, echipajul trebuie sa fie pregatit in vederea aterizarii pe aerodromul de rezerva. Daca ceata apare inaintea inceperii activitatii de zbor, nici un avion nu va mai decola.

Ceata de advectie devine insa un fenomen periculos atunci cand apare pe neasteptate, surprinzand avioane in zbor. Deoarece o procedura de apropiere, in toate fazele ei, presupune precizie in mentinerea elementelor specifice aerodromului sau impuse de catre organul de trafic, respectiv conducatorul de zbor, aparitia cetei in astfel de momente poate deveni extrem de periculoasa in ceea ce priveste securitatea aterizarii si implicit a personalului navigant. Datorita faptului ca ceata va reduce vizibilitatea considerabil, va obliga echipajul sa piloteze dupa aparate. Pilotarea avionului dupa aparate este de mare ajutor in toate cele trei faze ale procedurii de apropiere, dar de la faza finala si pana la luarea contactului cu pista echipajul trebuie sa piloteze la vedere. Daca ceata este foarte densa se impune redirijarea aeronavei spre un alt aerodrom pentru o aterizare in deplina siguranta. In timp ce sub plafonul de nori se poate executa zborul la vedere (mai ales daca se cunoaste relieful), in ceata acest lucru nu este posibil, deoarece stratul de ceata incepe de la nivelul solului.

Uneori ceata apare putin densa, incat din aer se vad relativ bine obiectele de pe sol, fapt care poate tenta pe piloti sa renunte la zborul instrumental, trecand la zborul la vedere. Aceasta este o greseala inadmisibila, deoarece in momentul intrarii in stratul de ceata pilotul risca sa nu-si mai dea seama de pozitia avionului in spatiu. Pentru disiparea cetei de pe aeroporturi si deci pentru asigurarea continuitatii traficului aerian, pana in prezent s-au experimentat cinci procedee: tehnic, higroscopic, insamantarea cu nuclee artificiale de condensare si cristalizare, al epurarii mecanice si cel acustic .

Toate aceste metode sunt foarte costisitoare, prezentand o eficienta redusa, motiv pentru care nu se folosesc in practica, ceata constituind in continuare o problema pentru navigatia aeriana.

Pentru a se evita influenta nefasta a cetei asupra activitatii de zbor este bine a fi retinute urmatoarele recomandari atat de catre meteorologi cat si de catre personalul navigant:

a) inainte de inceperea activitatii de zbor sa se aiba in vedere prevederea meteorologica;
b) sa se cunoasca conditiile de formare a cetii si probabilitatea de formare a acesteia pentru fiecare aerodrom;

c) daca ceata semnalata este foarte deasa si aterizarea nu se poate executa in conditii de securitate sa se aterizeze pe un alt aerodrom.

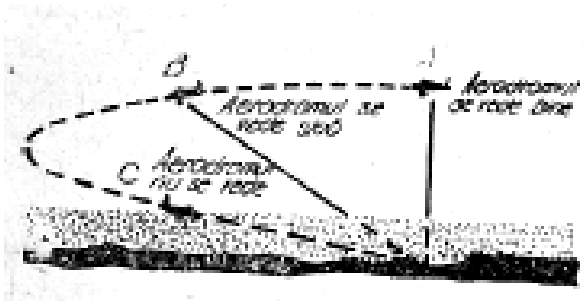


Fig 2.45. Vizibilitatea verticala si vizibilitatea oblica/orizontala in ceata

Influenta orajelor asupra zborului aeronavelor

Pentru aviatie, orajul reprezinta unul dintre cele mai periculoase fenomene meteorologice. In zonele cu fenomene orajoase, zborul prezinta greutati mari si uneori pericole, mai ales in norii orajosi si in apropierea lor unde turbulenta este puternica; precipitatiile, grindina, givrajul si descarcarile electrice, asociate cu acesti nori, pot de asemenea ingreuna zborul.

In norii cumulonimbus, lovirea avionului de fulger se produce de regula, in apropierea izotermei de 0ºC, dar s-a mai intalnit si la temperaturi cuprinse intre 2ºC C si –25ºC.

Descarcarile electrice afecteaza legaturile radio. Pentru echipaj, fulgerul prezinta pericol de ordin fiziologic, deoarece descarcarea electrica este insotita de o scanteie orbitoare cu zgomot si miros de ozon. Uneori, echipajul poate fi orbit pentru scurt timp, ceea ce duce la pierderea controlului asupra aeronavei. De asemenea, fulgerul poate, in cazul in care avionul nu este bine izolat din punct de vedere electric, dezermetiza cabina avionului, poate produce traumatizarea echipajului, degradarea aparaturii radio si chiar aparitia incendiului la bord.

La sol, avioanele parcate sau ancorate pot suferi din cauza vanturilor puternice, a vijeliilor, a trasnetului, a grindinii, iar precipitatiile torentiale pot face aerodromul impracticabil.

Iata de ce in timpul producerii fenomenelor orajoase, in general, trebuie evitat zborul prin norii cu dezvoltare verticala sau imediata lor apropiere.

Atunci cand trebuie sa se traverseze o regiune afectata de fenomene orajoase este necesar ca inainte de zbor sa se examineze situatia atmosferica si sa se precizeze zonele de pe ruta unde sunt de asteptat aceste fenomene, felul (locale, frontale) si pe cat posibil intensitatea lor. In timpul zborului se va urmari cu atentie starea cerului, pentru evitarea intalnirii pe neasteptate cu un nor orajos.

In cursul zborului, un fenomen orajos poate fi evitat prin:

a) zborul prin si sub norii cumulonimbus este interzis;

b) zborul sub norii cumulonimbus este interzis deoarece, chiar daca se poate vedea extremitatea cealalta a norului, datorita suprasolicitarilor excesive, produse de turbulenta si forfecarea vantului la care este supusa aeronava;
c) in cazuri exceptionale, zborul sub nori, daca poate fi mentinuta altitudinea de aproximativ 1000 m deasupra terenului celui mai inalt, cu toate ca sub nori se intalneste turbulenta, ploaie si uneori grindina;
d) ocolirea norilor cumulonimbus trebuie sa se faca la o distanta de cel putin 10 km;
e) trecerea printre doi nori cumulonimbus se admite numai daca distanta dintre acestia este de minimum 25 km;
f) orajele identificate ca intense sau care dau o imagine puternica pe radarul de bord se recomanda a fi ocolite la o distanta de cel putin 37 km (20 MN), in special sub zona nicovalei ori prin trecere pe deasupra nicovalei cu cel putin 300 m (1000 ft) pentru fiecare 18,5 km/h (10 kt) ale vitezei vantului in partea superioara a norului;
g) evitarea norilor orajosi prin zbor pe deasupra acestora este permisa numai pentru aeronave cu cabina ermetizata sau cu instalatie de oxigen la bord;
h) rutele de zbor care trec printre doua oraje la distanta de 37-55,5 km (20 – 30 NM), sau mai putin, sunt considerate cu turbulenta puternica;
i) se recomanda in mod deosebit evitarea zonelor cu descarcari electrice si a norilor orajosi ale caror varfuri vizualizate sau detectate de radar sunt la sau peste 10500 m (35000 ft);
j) daca nu se poate evita un oraj sau o linie de gren se recomanda alegerea unei rute cat mai scurte de traversare, manevra de intoarcere presupune un timp indelungat in oraj si o suprasolicitare indelungata si intensa a aeronavei.

Daca totusi nu se poate evita zborul prin norii orajosi se recomanda urmatoarele:
a) sa nu se zboare in jurul izotermei de 0oC, evitandu-se zonele unde fulgerele sunt mai frecvente;
b) sa se aleaga spatiile libere dinte nori, pentru evitarea patrunderii in zonele cu turbulenta puternica; zona se traverseaza in regiunile cu precipitatii slabe, in sens orizontal;
c) in zona cristalelor de gheata de la varful norilor, ca si in apropierea nivelului de inghet, descarcarile electrice sub forma de efluvii fiind indicatorii producerii fulgerelor, sa se izoleze antenele aparatelor de radio. Pentru avioanele metalice perfect izolate, riscul de a fi trasmite este mic; pericolul este insa mare la aterizare, daca aparatele nu sunt prevazute cu firul de pamant.

Zborul prin fenomenele orajoase locale (de caldura). Fenomenele orajoase avand un caracter local, zborul nu prezinta prea mare greutate, pilotul putand gasi spatii libere printre norii orajosi. Regiunile cu turbulenta puternica

(scuturaturi) in stratul de sub norii orajosi se determina dupa vartejurile de praf provocate de intensificarea brusca a vantului in apropierea fenomenului, mai ales in zonele cu sol dezgolit. Daca fenomenele orajoase sunt mai pronuntate, turbulenta se poate intinde de la sol pana la varful norilor; ea este mai slaba la exteriorul norilor, unde predomina miscarile descendente. Deasupra norilor, zborul este linistit, fiind insa mai complicat atunci cand in afara de Cumulonimbus exista si alti nori care-i mascheaza. In asemenea cazuri, zborul se poate face la inaltimi mari si mijlocii, acolo unde este posibila ocolirea norului orajos.

Zborul prezinta greutati mai mari atunci cand masele de aer vin dinspre mare spre uscatul incalzit; fenomenele orajoase care iau nastere in asemenea conditii se deplaseaza cu viteze mari (peste 30 km/h) si deseori sunt insotite de vanturi puternice la sol si in inaltime. In asemenea cazuri este necesar sa se tina seama de deplasarea lor.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci. Aparitia acestor fenomene depinzand de ridicarea activa, mecanica, a aerului cald de catre o pana de aer rece care inainteaza, este strans legata de frontul rece de la sol; ele se observa mai ales la niveluri joase (spre deosebire de cele asociate cu frontul cald), au o violenta mare, se intind pe suprafete vaste ca un zid neintrerupt si sunt insotite deseori de vijelii (spre deosebire de cele locale).

Aceste fenomene orajoase se produc intr-o zona larga, de aproximativ 50 km, si lunga de sute de kilometri de-a lungul frontului rece. In aceasta zona, fenomenele orajoase sunt foarte puternice in tot cursul zilei si noptii si in orice anotimp; ele pot forma, de-a lungul frontului, o zona orajoasa continua (linie de vijelii), ca un zid neintrerupt de nori Cumulonimbus, gros de aproximativ 80 km si inalt de 10 km, care adesea ocupa intreaga troposfera. Din aceasta cauza, zborul in aceste regiuni este practic imposibil. Fronturile reci de la sol, care produc asemenea fenomene, sunt precedate in mod frecvent de un front rece superior, care se misca inaintea frontului rece de la sol, mai ales in cazul fronturilor reci rapide si marcate printr-o discontinuitate puternica a vantului (talveguridepresionare). De-a lungul limitei celor doua sisteme de vanturi (limita a carei intersectie cu suprafata terestra formeaza linia de vijelii), intinsa numai pana la cateva sute de metri deasupra solului, se produce schimbarea pronuntata si violenta a directiei vantului si cresterea intensitatii sale; daca limita de separatie este inclinata mai abrupt, de-a lungul ei se produce o convectie locala care da nastere unui vartej vertical, care atunci cand se intinde pana la suprafata pamantului formeaza trombe.

Linia de vijelii se deplaseaza in aceeasi directie si aproximativ cu aceeasi viteza cu talvegul. Fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci se misca in general spre NE, de obicei cu vanturile superioare si cu viteza mai mare ca frontul rece (30-50 km/h), putand aparea la distante apreciabile de front. Ele se deplaseaza mai repede noaptea si deasupra marii decat ziua si deasupra uscatului. Zborul este periculos in toate zonele afectate de aceste fenomene, caci curentii verticali sunt puternici si pot cauza formarea de grindina; varfurile norilor orajosi ating niveluri inalte (10-12 km), cateodata intr-o mare parte a

troposferei, iar turbulenta, chiar sub nori, este puternica; zonele de ploaie asociate cu aceste fenomene orajoase au largimi importante si sunt insotite de plafoane joase si vizibilitati coborate. De asemenea, in liniile de vijelii se produc variatii rapide de presiune, din care cauza altimetrul trebuie reglat in permanenta.

De aceea, potrivit posibilitatilor, este de preferat sa se evite traversarea fronturilor reci, mai ales vara si cu deosebire in cursul dupa-amiezelor. Totusi, atunci cand este necesar sa se traverseze frontul rece, pentru evitarea pericolelor se recomanda urmatoarele:

a) traversarea sa se faca repede si perpendicular pe linia frontului, deoarece acesta are o latime de numai cativa zeci de kilometri;
b) zidul de nori Cumulonimbus nu este in general continuu pana la varful lor, astfel ca la traversarea frontului sa se caute spatiile libere care asigura zborul la inaltimi de 5-6 km;
c) in sectoarele calde ale ciclonilor, in imediata apropiere a frontului rece, daca aerul cald este instabil, in timpul orelor calde ale zilei se formeaza adesea, pe neasteptate, fenomene orajoase puternice; acestea se intind pe o banda lata de 200-300 km in fata frontului rece. In aceasta zona, turbulenta este puternica, iar norii orajosi, care se deplaseaza cu o viteza mare, sunt insotiti de vijelii, de furtuni de praf, de grindina si chiar de trombe; in aceste zone este necesar sa se zboare deasupra norilor, insa nu mai jos de 600-800 m fata de varful acestora;
d) cand nu poate fi evitat zborul printr-o linie de vijelii este preferabil ca el sa se faca in partea marginala a norului decat in spatiile mici, libere, care pot exista intre nori, turbulenta fiind mai puternica de-a lungul spatiilor libere; daca spatiul fara nori este mai gros de 1 km, vitezele verticale, aproape de centrul spatiului, nu sunt atat de mari incat sa impiedice zborul, astfel ca se poate trece repede prin el; zborul in apropiere sau sub norul de vijelie este foarte periculos, mai ales din cauza curentilor descendenti care pot determina pierderea de inaltime a avionului. Pericolul se datoreaza si schimbarii bruste a directiei vantului, care poate afecta sustentatia avionului, iar daca la acestea se adauga si miscarile turbionare, aparatul poate fi antrenat intr-o miscare descendenta puternica;
e) norii Cumulonimbus care insotesc trecerea unui front rece, formand mase puternice, sunt vizibili de la distanta, astfel ca pot fi ocoliti sau trecuti pe deasupra.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu frontul cald. In cazurile cele mai frecvente, fenomenele orajoase asociate cu frontul cald se formeaza in norii Altostratus-Nimbostratus, astfel ca precipitatiile care cad din acesti nori se combina cu cele ale fenomenelor orajoase; aceasta are ca urmare coborarea plafonului norilor, scaderea vizibilitatii si givraj. Aceste fenomene sunt imprastiate la sute de kilometri in zona de precipitatii dinaintea frontului cald, formand o linie aproape paralela cu frontul de la sol. Pot aparea pe neasteptate si se produc atat

ziua cat si noaptea, deoarece sunt independente de incalzirea diurna. Mai frecvent apar toamna si primavara, mai rar iarna si numai ocazional vara.

Fenomenele orajoase asociate cu frontul cald sunt mai putin violente decat alte tipuri de fenomene frontale orajoase.

Baza norilor orajosi coincide de obicei cu suprafata frontala, din care cauza zborul sub nori, in aerul rece de sub frontul cald, este in general linistit, in afara cazurilor cand cad ploi torentiale sau grindina. In asemenea conditii, deasupra terenurilor neaccidentate, pentru evitarea turbulentei este preferabil sa se zboare sub nori. In regiunile muntoase, baza norilor atinge varful muntilor, din care cauza zborul se face in conditii grele. Daca insa si aerul rece este instabil, norii orajosi apar si sub suprafata frontala, avionul putand intra pe neasteptate in ei.

Zborul prin fenomenele orajoase orografice. Aceste fenomene apar mai des pe versantul muntelui expus vantului. Deoarece turbulenta este intensificata prin cea mecanica, aparuta la trecerea curentului de aer deasupra lantului muntos, iar baza norilor este mai joasa, zborul in aceste conditii este greu, norii trebuind sa fie ocoliti la o inaltime de siguranta sau trecuti pe deasupra.

2.3.10 Planificarea si efectuarea zborului fara instrumentele principale (de baza)

Procedura

Sa presupunem ca giroorizontul si girodirectionalul s-au defectat si este necesar sa se continue zborul prin nori folosindu-se un panou limitat compus din indicatorul de viraj si glisada actionat electric, vitezometrul, altimetrul, variometrul si compasul magnetic.

Zborul orizontal in linie dreapta

Mentinerea inaltimii si vitezei

1. la reglajul corect de putere si viteza se trimereaza cu grija avionul.
2. se tine mansa usor si se lasa ca avionul sa zboare singur folosindu-se mici presiuni pe comanda profundorului pentru reglarea vitezei.
3. deviatiile mici de la nivelul de croaziera pot fi corectate cu profundorul iar reglarile mai mari de inaltime vor fi facute cu maneta de gaze.
4. cand inaltimea avionului se micsoreaza iar viteza de zbor este corecta se va mari putin puterea si daca este necesar, se va retrimera. Invers, cand avionul castiga inaltime iar viteza de zbor este corecta se va reduce usor puterea si se va retrimera.
5. se vor evita supracorectiile, care pot sa duca la “vanarea vitezometrului si altimetrului”.

Mentinerea directiei

1. folosind indicatorul de viraj si glisada pilotul se va concentra asupra mentinerii aripilor la orizontala controland acul indicator de viraj cu ajutorul eleroanelor. Se va mentine echilibrul apasand palonierul in directia in care se deplaseaza bila care trebuie sa fie mentinuta la centru.
2. mentinerea capului de zbor se va face cu ajutorul compasului magnetic tinandu-se cont de erorile acestuia.
3. eleroanele vor fi lasate sa se deplaseze liber utilizandu-se usoare presiuni pentru corectarea indicatiilor acului de viraj, deci acul in stanga cere sa se dea mansa spre dreapta.
4. la intervale de timp se va controla capul compas, verificandu-se ca aripile sa fie la orizontala si viteza sa fie constanta inainte de efectuarea citirii.
5. se va evita “vanarea compasului” care poate sa duca la suprasolicitari

Urcarea

1. cu indicatorul de viraj si glisada care arata ca avionul nu este in viraj si este echilibrat (bila la mijloc), se va impinge maneta de gaze si se va fixa la puterea de urcare.
2. daca bila indica deraparea, aceasta va fi corectata cu ajutorul palonierului.
3. botul avionului va fi ridicat usor si progresiv urmarindu-se vitezometrul; la viteza corecta se va retrimera.
4. se va verifica pozitia acului indicator de viraj, aripile vor fi tinute la orizontala cu ajutorul eleroanelor. Se va verifica pozitia bilei si daca este necesar se vor face corectii cu ajutorul palonierului.
5. numai dupa ce viteza s-a stabilit, se va verifica capul compas si daca este necesar va fi corectat folosind eleroanele in directia corespunzatoare.

Revenirea la zbor orizontal in linie dreapta

1. se va impinge usor si progresiv de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul
2. cu ajutorul acului indicator de viraj se va verifica aripile sa fie la orizontala. bila va fi mentinuta la centru cu ajutorul palonierului
3. pe masura ce se apropie viteza de croaziera, se va reduce maneta de gaze la reglajul corect, apoi se va retrimera. Se vor face mici reglari ale pozitiei botului pentru a se mentine viteza corecta si daca este necesar se va regla maneta de gaze.
4. se va verifica din nou trimerarea.
5. se va verifica capul de la compasul magnetic si se vor face corectiile care sunt necesare

Coborarea

1. cand indicatorul de viraj si glisada nu indica viraj, iar bila este la centru, se va reduce puterea la turajul stabilit pentru obtinerea ratei cerute de coborare.

2. se va verifica daca bila indica derapaj si se vor face corectiile necesare cu ajutorul palonierului.
3. usor si progresiv, se va trage de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul. Se va retrimera la puterea corecta pentru viteza de coborare.
4. se va verifica acul de viraj si se vor mentine aripile la orizontala cu ajutorul eleroanelor.
5. numai dupa ce viteza s-a stabilit se va verifica capul la compasul magnetic si daca este necesar, se vor folosi eleroanele pentru efectuarea corectiilor respective.

Revenirea la zborul orizontal in linie dreapta

1. cu putin inainte de ajungerea la nivelul dorit se va impinge maneta de gaze pana la turajul corect.
2. se vor face verificarile obisnuite de nivel si echilibrare, folosindu-se indicatorul de viraj si glisada impreuna cu eleroanele si palonierul.
3. se va impinge usor si progresiv de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul
4. se va retrimera la viteza de croaziera, apoi se vor verifica turajul, inaltimea si capul efectuandu-se reglajele care sunt necesare.

Virajele cu ajutorul panoului limitat

1. se va calcula numarul de grade pana la noul cap compas, apoi aceste grade vor fi transferate in secunde, folosindu-se 3º pe secunda (rata 1 la viraj).
2. usor se vor deplasa eleroanele in directia virajului si se va incepe cronometrarea (sau numararea la intervale de o secunda).
3. cand indicatorul de viraj indica rata 1 se vor aduce eleroanele la pozitia neutra. Se va verifica echilibrarea urmarind bila si daca este necesar se vor face corectii cu ajutorul palonierului.
4. se va preveni pierderea de inaltime prin tragerea usoara de mansa.
5. cand se scurge numarul de secunde cerut se scoate usor din viraj prin aplicarea eleroanelor in directia opusa. Se va permite ca mansa sa revina la pozitia pentru care s-a facut trimerarea.
6. se va verifica capul de la compasul magnetic si se vor face micile corectii care ar putea fi necesare.

Scoaterea din pozitii neobisnuite

Picajul

La zborul in nori cu panou limitat, sa presupunem ca avionul intra in turbulenta, viteza incepe sa creasca rapid existand o mare rata de coborare. Avionul se afla in picaj. Trebuie sa fie luate urmatoarele masuri :

1. se va verifica indicatorul de viraj si glisada si daca este necesar se vor aduce la orizontala aripile.

2. usor si progresiv se va trage de mansa pana cand viteza va inceta sa mai creasca. Se va continua tragerea de mansa pana cand acul de la vitezometru va incepe sa se deplaseze catre viteza de croaziera apoi se va tine mansa in aceasta pozitie. Avionul se afla acum aproape de pozitia orizontala.
3. se lasa ca viteza sa se stabileasca apoi se vor verifica turajul, trimerarea si capul.

Pozitia cu botul mult in sus

Se observa ca viteza scade rapid si exista o mare rata de urcare. Avionul se afla cu botul mult in sus fiind necesar sa se ia urmatoarele masuri :

1. se verifica indicatorul de viraj si glisada si daca este necesar aripile vor fi aduse la orizontala cu ajutorul eleroanelor.
2. in mod progresiv si usor se va impinge de mansa pana cand viteza inceteaza sa mai scada. Se continua impingerea de mansa pana cand acul de la vitezometru se deplaseaza catre viteza de croaziera apoi se va mentine avionul in aceasta pozitie in mod ferm cu pozitia de zbor orizontal.
3. se permite ca viteza sa se stabileasca, apoi se verifica turajul, trimerarea si capul.

Scoaterea din vrie

1. se reduce maneta de gaze apoi se verifica care este directia de giratie cu ajutorul acului indicator de viraj si se determina daca avionul se afla in vrie si nu intr-un picaj in spirala.
2. se aplica palonier complet invers giratiei care este indicata de catre acul de viraj.
3. dupa o secunda pauza, se impinge de mansa pana cand acul indicator de viraj se abate complet in partea opusa a instrumentului inainte de a fi adus la centru, lucru care indica ca avionul s-a oprit din vrie. Acum viteza va creste rapid.
4. cu palonierul la centru, apoi aripile la orizontala se folosesc eleroanele pentru acul de viraj si palonierul pentru bila.
5. se scoate usor avionul din picaj folosind metoda deja descrisa la punctul “Picajul”.

Scoaterea dintr-o spirala in picaj

1. se reduce maneta de gaze apoi se verifica care este directia spiralei dupa acul indicator de viraj si se determina ca este vorba de o spirala in picaj si nu de vrie.
2. se aduc aripile la orizontala folosind eleroanele impreuna cu acul indicator de viraj si se aduce bila la mijloc cu palonierul.
3. se scoate avionul din picaj folosindu-se metoda deja descrisa la punctul “Picajul”.

Zborul fara indicator de viraj si glisada

Informatii de baza

Zborul dupa indicatorul de viraj si glisada este mai greu decat cel dupa giroorizont si girodirectional. Este necesar sa fie invatat deoarece indicatorul de viraj si glisada continua sa functioneze dupa ce celelalte instrumente giro si-au depasit limitele sau au iesit din functiune.

Cauzele posibile ale defectarii instrumentelor giro

Instrumentele giro pot fi actionate fie cu vacuum fie electric iar cauzele cele mai probabile de defectare a lor sunt :

Tip vacuum	Tip electric
Defectarea sursei vacuum	Defectarea alimentarii electrice
Filtru blocat	Siguranta arsa sau intrerupator de circuit declansat
Depasirea limitelor de lucru (dare peste cap)	Depasirea limitelor de lucru (dare peste cap)
Defectiune mecanica	Defectiune mecanica

Alimentarea vacuum

Cele mai multe avioane cu panou complet sunt echipate cu o pompa vacuum actionata de motor care alimenteaza instrumentele printr-o supapa de reducere a presiunii. Uneori exista un robinet mic de scurgere pentru curatarea sistemului vacuum de umezeala sau ulei, care trebuie sa fie folosit inainte de efectuarea primului zbor din ziua respectiva.

Defectarea pompei vacuum, care este confirmata de catre indicatorul de vacuum, se intampla foarte rar. La avioanele bimotoare exista doua pompe, deci alimentarea cu vacuum va continua indifferent care din ele se defecteaza. La avioanele monomotoare insa, defectarea pompei vacuum duce la pierderea instrumentelor giro actionate de vacuum, desi unele avioane au o sursa de vacuum de rezerva sub forma unei trompe venturi. Practica de a se folosi aceasta trompa venturi drept singura sursa de vacuum acum este rara, dezavantajele constand in riscul formarii de gheata pe trompa venturi, deci pierderea instrumentelor respective si lipsa unei alimentari atunci cand avionul nu se afla in zbor si imposibilitatea executarii unei decolari dupa instrumente.

Filtre blocate

Alimentarea cu vacuum este conectata la cutiile instrumentelor giro prin filtre. Dupa o perioada de timp aceste filtre se imbacsesc cu materii straine si restrictioneaza fluxul de aer astfel incat giroscopul nu mai poate atinge viteza

minima de rotatie care sa-i asigure o functionare precisa. Vitezele rotorului variaza intre 10.000 si 25.000 ture pe minut in functie de tipul instrumentului. Este necesar ca la intervale regulate sa se faca intretinerea acestor filtre.

Instrumente electrice

Unul din avantajele instrumentelor electrice este faptul ca sunt inchise, deci pot fi protejate contra materiilor straine, care dupa un timp vor patrunde in cele mai bine filtrate giro actionate cu vacuum, putand provoca deteriorarea rulmentilor de inalta precizie. In plus, instrumentele electrice functioneaza bine la altitudini mari unde instrumentele giro sunt dezavantajate din cauza presiunii mai reduse. Totusi, panoul electric depinde de alimentarea cu energie electrica si daca exista o defectiune de alimentare, panoul inceteaza de a mai functiona. La avioanele mari exista un giroorizont de rezerva alimentat de o sursa electrica independenta sau actionat de vacuum. Instrumentele electrice sunt dotate uneori cu un blencher “off”, de avertizare, iar cand numai un instrument s-a defectat de vina ar putea fi siguranta arsa sau intrerupatorul de circuit declansat datorita unei suprasarcini temporare. Cand incercarile de restabilire ale intrerupatorului de circuit (sau de inlocuire a sigurantei) nu sunt incununate de success este probabil ca instrumentul sau circuitul necesita reparatii la sol.

Defectari mecanice

In general la construirea instrumentelor giro se cer standarde mari, si deci defectiuni mecanice se intampla foarte rar. La aceste instrumente cel mai adesea apar deteriorari datorita uzurii.

Depasirea limitelor de lucru (darea peste cap)

La avioanele dotate cu giro cu mai multe cadrane, problema alimentarii cu aer a rotorului pe timpul diferitelor miscari, este destul de complexa. La unele giroscopuri constructorii au prevazut niste limite care daca sunt depasite giro nu mai lucreaza normal. Aceste limite sunt si pentru inclinare si pentru unghi de tangaj. Desigur, exista si giro care au o libertate completa de miscare fara astfel de limite. Daca giro se da peste cap trebuie sa se foloseasca indicatorul de viraj si glisada, un instrument care si-a demonstrat valoarea de multi ani de zile si continua a fi montat si pe cele mai moderne avioane cu reactie.

Indicatorul de viraj si glisada

Indicatorul de viraj si glisada, spre deosebire de giroorizont si girodirectional, se deplaseaza intr-un singur plan. De aceea poate fi montat pe un singur cadran. Desi are niste stopuri limitatoare, el nu se da peste cap, si continua sa dea informatii precise, imediat ce avionul opereaza intre limitele stabilite. De obicei aceste limite sunt viraje cu rata 4 stanga sau dreapta. Bila care indica deraparea sau glisarea este independenta de orice sursa exterioara de alimentare.

La noile indicatoare de viraj se utilizeaza actionare electrica astfel incat este posibil ca acestea sa dea informatii valoroase atunci cand alte giroscopuri s-au dat peste cap sau nu mai indica bine din cauza unei defectiuni de vacum.

Este regretabil ca putini piloti recunosc importanta acestui instrument, pe care ar trebui sa-l invete a-l utiliza pentru a putea rezolva cu succes situatiile de urgenta in care nu se mai poate folosi giroorizontul si girodirectionalul.

Zborul cu panou limitat

La zborul cu panou limitat trebuie sa se faca miscari usoare, treptate si progresive. In situatia ca sunt trimerate corect, cele mai multe avioane vor zbura precis cu mainile luate de pe comenzi. Exista piloti care se cramponeaza de comenzi si nu este bine. Avioanele usoare pot fi zburate precis cand eleroanele si palonierul sunt controlate cu degetele si nu cu pumnii. Toate modificarile de pozitie in planurile de tangaj si ruliu sau modificarile de putere trebuie sa fie efectuate treptat, daca este necesar, in etape, retrimerandu-se la fiecare etapa. In general, se considera ca panoul limitat contine urmatoarele instrumente :

a) vitezometrul;
b) altimetrul;
c) indicatorul de viraj si glisada;
d) compasul magnetic.

In plus, la cele mai multe avioane este montat si un variometru, care la fel ca si vitezometru si altimetru, este un instrument de presiune.

Folosirea variometrului

Atunci cand este corect folosit variometrul furnizeaza informatii de tangaj. O mica deviere de la pozitia necesara pentru mentinerea inaltimii produce imediat la variometru o indicatie de urcare sau coborare desi pentru stabilirea instrumentului la o indicatie precisa sunt necesare cateva secunde. Schimbarile violente de pozitie in tangaj pot produce o indicatie inversa; se observa deci importanta efectuarii de schimbari de pozitie in trepte.

Vitezometrul

Se considera ca din punct de vedere practic nu exista intarzieri in indicatiile vitezometrului. Totusi, ca orice alt vehicul, avionul are nevoie de timp pentru accelerare si decelerare.

La zborul cu panou limitat vitezometrul reprezinta referinta principala pentru pozitia in tangaj. Acest lucru poate fi inteles mai bine daca ne amintim ca la orice greutate data a avionului, pentru o anumita viteza va corespunde un anumit unghi de atac. Din cauza inertiei, este necesar sa se lase un anumit timp la schimbarea de la o viteza la alta.

Altimetrul

Acest instrument se caracterizeaza prin intarzieri in indicatii, exceptie facand cazurile cand se folosesc rate mici de ucare sau coborare. Cand se zboara cu panou limitat nu se permit, in mod normal, coborari cu rate de coborare mai mari de 500 ft/min. Functiunea alimetrului, pe timpul zborului cu panou limitat, ramane identic cu cea de pe timpul zborului la vedere sau zborul instrumental normal. Folosirea inteligenta a variometrului ajuta la mentinerea unei altitudini constante de croaziera.

Compasul magnetic

Erorile principale sunt :

Cand se zboara pe capuri spre N sau S. Exista eroare laterala de nivel care este maxima pe N sau S. Orice manevra prin care se inclina sistemul magnetic (de exemplu un viraj sau o glisada) face ca pozitia “nord” de pe cadranul compasului sa se deplaseze catre aripa care se afla mai jos, de aceea, cand se verifica un cap spre N sau S este necesar a se verifica ca aripile sa fie la orizontala. Eroarea se aplica in directie inversa in emisfera sudica.

Cand se zboara pe capuri spre E sau V. Exista o eroare de acceleratie/deceleratie care este maxima spre E sau V. O acceleratie va face ca pozitia N de pe cadranul compasului sa se duca catre botul avionului, iar o deceleratie va face sa se duca catre coada. Deci inainte de a se verifica un cap spre E sau V la compasul magnetic, trebuie sa se vada daca viteza avionului este constanta. Eroarea se aplica in directie inversa in emisfera sudica.

Folosirea indicatorului de viraj si glisada

Fiind singurul instrument giro de pe un panou limitat, el are o importanta deosebita. Cand este folosit in mod corect el asigura urmatoarele informatii :

a) nivelul lateral;
b) echilibrare si giratie;
c) rata de viraj.

Tehnica de zbor se bazeaza pe principiul ca directia este controlata cu ajutorul eleroanelor, deci acul indicator de viraj este controlat de catre eleroane.

Chiar la zborul cu panou complet, pilotii care invata zborul instrumental de obicei intampina dificultati in mentinerea directiei din cauza ca nu acorda suficienta atentie pentru mentinerea aripilor la orizontala; chiar daca unghiul de inclinare are o valoare de unul sau doua grade avionul va incepe un viraj usor. Daca nivelul lateral are o importanta vitala pentru mentinerea directiei cu panou complet, atunci cand se zboara dupa indicatii de turbulenta compasul magnetic poate oferi indicatii precise de cap numai pe timpul unor perioade scurte de zbor la orizontala cu o viteza constanta, indicatorul de viraj si glisada va fi folosit pentru mentinerea capului astfel :

a) cu avionul trimerat corect si cu bila la mijloc se urmareste acul indicator de viraj;

b) daca acul deviaza, sa zicem, spre stanga, se actioneaza eleroanele pentru a se produce o deviere similara spre dreapta;
c) se mentine inclinarea pe dreapta, aceeasi durata de timp cat a stat acul in stanga, dupa care se aduce acul la centru.

Interpretari pe timpul vriei sau spiralei in picaj

Daca pilotul poseda un anumit grad de stabilitate, numai o turbulenta foarte puternica sau o manevra deliberata incorecta va face ca avionul sa intre pe neasteptate in vrie sau in spirala in picaj. Cand se intampla acest lucru diferenta dintre indicatiile instrumentelor este urmatoarea :

	VRIE	**SPIRALA IN PICAJ**
Viteza	Scazuta si probabil cu fluctuatii	Accelerandu-se rapid
Indicatorul de viraj si glisada	Rata mare de viraj bila indicand derapare	Rata mare de viraj bila indicand echilibru

In ambele cazuri altimetrul si variometrul arata o rata mare de coborare.

Defectarea instrumentelor de presiune

Daca avionul nu este prevazut cu incalzire tub pitot, givrajul poate provoca pierderea urmatoarelor instrumente care lucreaza cu presiune :
a) vitezometrul;
b) altimetrul;
c) variometrul.

La unele avioane moderne mici exista pe fuzelaj orificii de statica, de rezerva. In situatia cand givreaza tubul pitot, vitezometrul nu va mai lucra dar altimetrul si variometrul vor continua sa functioneze.

In cazul cand ambele surse de presiune statica vor fi givrate, altimetrul ar putea fi facut sa functioneze prin spargerea geamului de la variometru, care apoi va continua sa dea indicatii dar in sens invers.

Masuri ce trebuie luate in cazul defectarii vitezometrului

a) se va folosi altimetrul in mod normal pentru determinarea inaltimii de siguranta deasupra terenului, si eventual, apropierea fata de suprafata de aterizare;
b) se va folosi giroorizontul pentru mentinerea pozitiei de ruliu si tangaj a avionului, cu puterea reglata la valoarea cunoscuta care da viteza necesara;

c) presupunand ca a fost spart geanul de la variometru (pentru a se stabili functionarea altimetrului) se va citi “sus” cand acul indica in jos si “jos” cand indica in sus.

Concluzii

Pesimistul ar fi tentat sa intrebe “ce ar trebui sa fac daca giro mi se da peste cap, iar vitezometrul inceteaza sa mai functioneze?”

La aceasta intrebare ar fi corect sa se raspunda “fara speranta nu ar exista viata“.

Defectarea instrumentelor de orice fel este rara si de obicei se limiteaza ori la cele electrice, ori la cele cu vacuum, ori la givrare (instrumentele de presiune). O combinatie de defectari impune desigur sa se aterizeze cat mai curand posibil, iar atunci cand nu exista sparturi in nori prin care sa se coboare, problema este intr-adevar serioasa. Chiar in aceasta situatie, cu practica, avionul poate fi controlat cu indicatorul de viraj si glisada, altimetrul si compasul magnetic, cu conditia ca avionul sa fie corect trimerat iar turajul sa fie reglat la valorile cunoscute (deci pentru urcare, zbor orizontal in linie dreapta, coborare).

Zborul unui avion dupa aceste instrumente constituie o practica valoroasa, dupa care zborul cu panoul limitat nu va prezenta nici o dificultate.

BIBLIOGRAFIE

1. Traian Costachescu, 1979 – Tehnica zborului in aviatie;

2. Curs elementar de aerodinamica 1952;

3. Iosif Silimon 1971 – Zborul planorului;

4. V Gavriliu, M. Andrei, 1985 – Pilotajul avionului si acrobatia elementara;

5. Gheorghe Cucu, 1981 – Teoria si tehnica pilotarii planoarelor;

6. Dumitru Popovici, 2003 / Manualul pilotului planorist.

7. Manualul avionului AN2

8. Manual de zbor pentru avion foarte usor IAR – 46S

9. Oxford – Aeroplane performance.

Pagină lăsată goală